

CURSO DE
INTRODUCCIÓN A
LOS SISTEMAS DE
INFORMACIÓN
GEOGRÁFICA CON
ARCGIS

José Antonio Aldrey Vázquez

ÍNDICE	Página
Introducción	
1.-Trabajando con ArcCatalog	6
2.-Comenzando con ArcMap	35
3.-Introducción de datos en ArcMap	58
4.-Simbolizar elementos y cartografía temática	79
5.-Trabajar con tablas	113
6.-Georreferenciar imágenes	151
7.-Análisis espacial vectorial: búsquedas/selecciones espaciales y geoprocessing	159
8.-Edición de datos	196
9.-Modelos digitales del terreno y RASTER	228
10.-Creación de presentación de mapas. Layout	251
Bibliografía	271

Este manual básico de autoaprendizaje de contenidos básicos y medios sobre Sistemas de Información Geográfica (SIG) se realizará para trabajar con el programa ArcGis, sumamente amplio, con multitud de extensiones y herramientas, pero que se abordará de una manera introductoria aproximándonos en primer lugar a la gestión de archivos espaciales y geodatos mediante ArcCatalog, como aspecto previo para un conocimiento y manejo de los datos que emplea ArcMap, objeto central de este tutorial, al que se hará un acercamiento a las funcionalidades necesarias para un conocimiento mínimo del programa que permita con posterioridad al usuario ahondar en el conocimiento de aspectos mucho más específicos y especializados dentro de las amplias posibilidades que ArcGis y ArcMap permiten. De este modo, al finalizar los contenidos de este manual, el usuario de ArcGis podrá conocer con cierto detalle los modelos y formatos de la información geográfica, el manejo de las bases de datos geográficos, las operaciones de geoprocésamiento más comunes o resolver problemas territoriales mediante análisis espacial raster.

Para todo ello se irán explicando paso a paso las herramientas y procedimientos, con ejercicios resueltos, para que cualquier persona, con un nivel de conocimiento previo elemental (tan sólo se necesitan nociones muy básicas de cartografía e informática) pueda seguir sin problema las explicaciones y el avance del curso.

El curso está realizado para cualquiera de las diferentes versiones 10 del programa ArcGis.

La información digital necesaria para el seguimiento y realización de las diferentes explicaciones y prácticas propuestas se entrega con el texto, con el fin de poder realizar los ejercicios y su posterior repetición para la fijación de los conceptos expresados. Se entrega en una carpeta con el nombre *fundamentos_SIG*. En su interior existen una serie de directorios que se irá indicando en el texto lo que contiene y para que ejercicios han de ser utilizadas. Esa carpeta se recomienda ubicarla en el directorio raíz (C:\) del ordenador con el que se vaya a seguir el curso, para una correcta realización de las prácticas propuestas. La idea es realizar un aprendizaje en base a la práctica directa de las diferentes cuestiones conceptuales y procedimentales planteadas, huyendo de sesudas explicaciones teóricas, para las que existen numerosos manuales a ello dedicados y que el usuario interesado puede utilizar si son de su interés.

El manual surge ante la necesidad de una guía de inicio a los SIG, y concretamente a este programa, que se ha podido observar en los primeros cursos de la titulación de Geografía y Ordenación del Territorio de la Universidad de Santiago, en la que el autor imparte docencia, al igual que en algunos másteres que tienen por

objeto el análisis y la gestión del territorio (especialmente en alumnos que no llegan a ellos desde disciplinas donde se haya abordado este tipo de temáticas), que les permita obtener de manera sencilla unos conocimientos mínimos sobre la materia para profundizar posteriormente en su conocimiento y potencialidades, que resulta difícil sin una sencilla y clara guía inicial que les permita partir de cero en el conocimiento de esta herramienta fundamental en la actualidad para el análisis y comprensión del territorio y de su funcionamiento.

1.Trabajando con ArcCatalog

ArcCatalog es una herramienta de *ArcGis* que nos permite organizar, administrar y visualizar la información que el usuario necesita para gestionar los datos espaciales y temáticos. En este capítulo veremos los conceptos y procedimientos básicos para estructurar de manera ágil y sencilla las carpetas, ficheros y conexiones necesarios para abordar cualquier tratamiento de la información geográfica.

Comenzaremos viendo cómo se accede al programa y como éste organiza los datos, dando la posibilidad de personalizar determinados aspectos del mismo. Con posterioridad nos acercaremos el procedimiento para generar nuevas carpetas y conexiones a mayores de las que el programa establece por defecto. Finalmente, nos fiaremos en las diferentes posibilidades de visualización de los datos que ofrece *ArcCatalog*.

Apertura del programa ArcCatalog

1.-Desde la carpeta que contiene el paquete del programa (*ArcGis*): *Inicio/todos los programas/ArcGis/ArcCatalog*

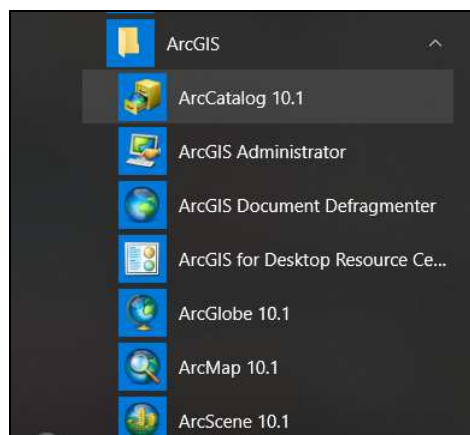


Figura 1.1. Apertura de ArcCatalog desde el paquete del programa

2.-O bien si tenemos un acceso directo desde el escritorio, haciendo doble clic sobre el icono correspondiente.



Figura 1.2. Apertura de ArcCatalog desde un acceso directo situado en el escritorio

3.-También se puede realizar esta acción desde *ArcMap*, en el icono de conexión directa que existe entre sus iconos de menú:

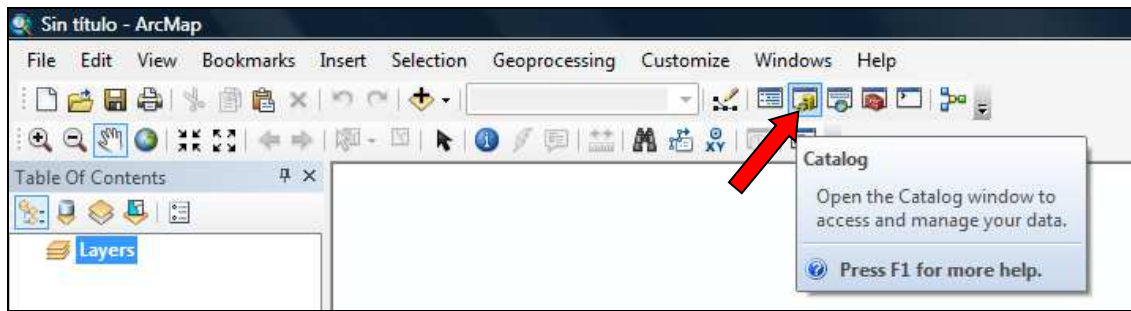


Figura 1.3. Apertura de ArcCatalog desde ArcGis

Una vez abierto el programa, nos aparece la *Ventana Principal*, que está dividida en diferentes secciones que permiten organizar la información disponible y acceder a las principales herramientas para hacer el trabajo.

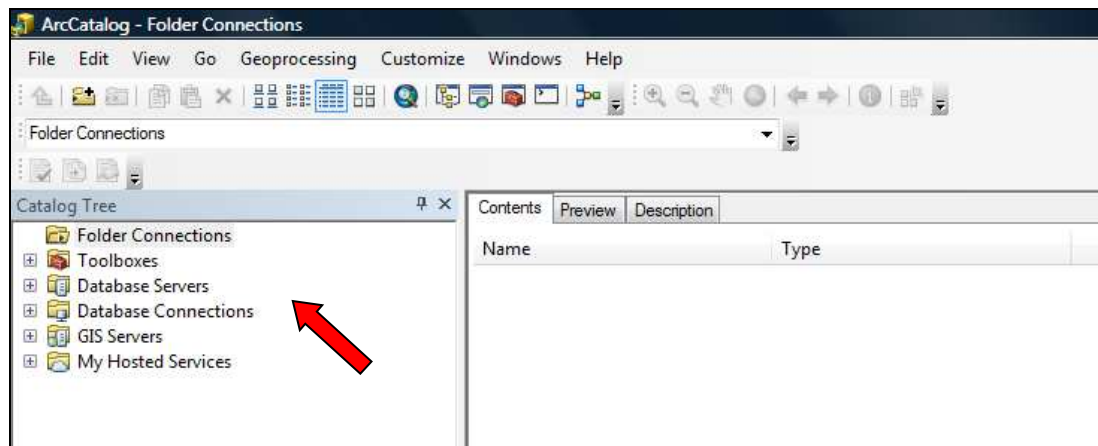


Figura 1.4. Catálogo de conexiones de ArcCatalog.

En la parte izquierda tenemos el *Catálogo de Conexiones*. Ahí aparecerán todas las disponibles: diferentes carpetas y conexiones, mostrándonos su organización y jerarquía (figura 1.4).

En el catálogo de conexiones nos moveremos con el ratón, el teclado (flechas de movimiento) o con el icono:

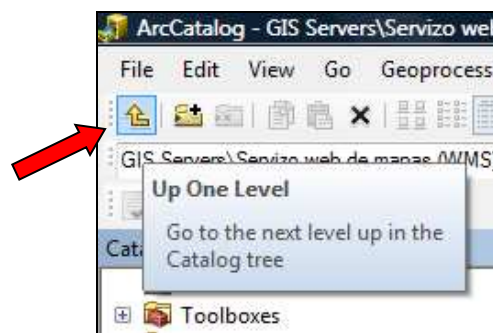


Figura 1.5. Icono "subir un nivel"

Que sube un nivel cada vez que lo pulsemos.

Para añadir dentro del *Catálogo Conexiones* a carpetas y ficheros: *File/Conect to folder* (figura 1.6).

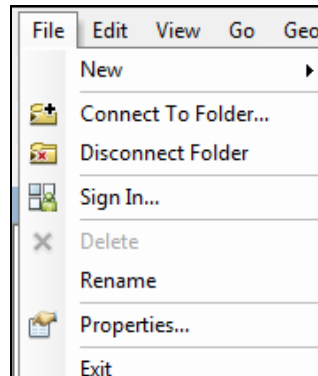


Figura 1.6. Icono de conectar y desconectar de carpeta desde el menú Archivo

O pulsando el icono:

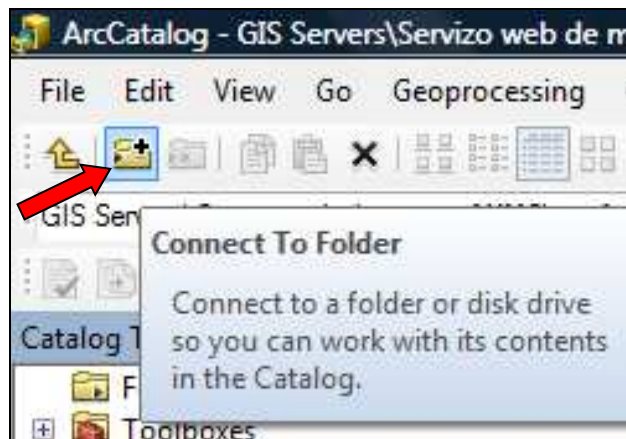


Figura 1.7. Icono de conectar y desconectar de carpeta desde la ventana principal de ArcCatalog

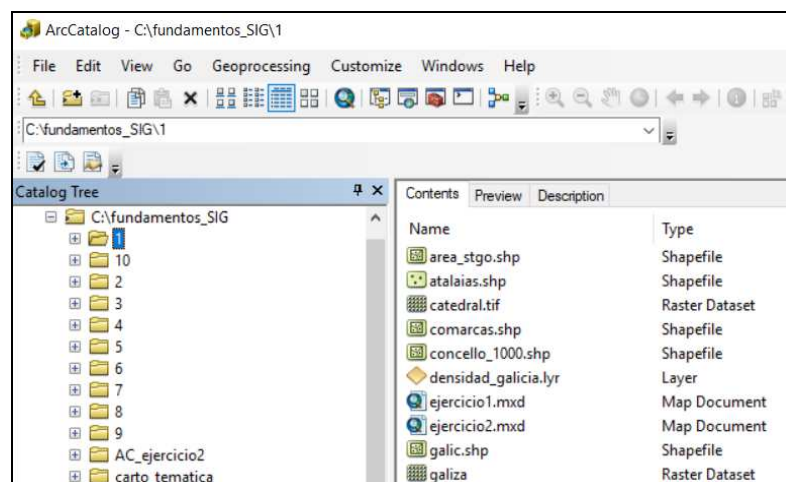
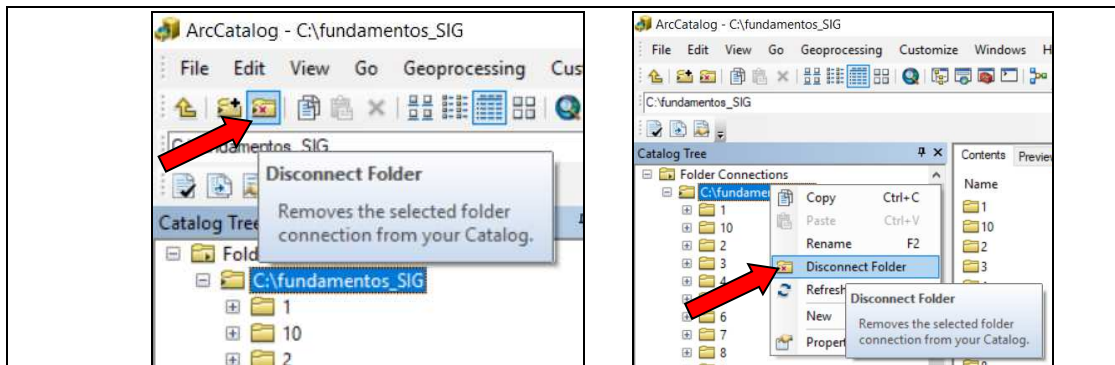


Figura 1.8. Conexión a *C:\fundamentos_SIG/1*

Conectémonos por ejemplo a *C:\fundamentos_SIG\1*, de manera que nos aparecerán los contenidos de esa carpeta en la parte derecha de la ventana principal de *ArcCatalog* (figura 1.8).

Del mismo modo, para eliminar esas conexiones a carpetas y ficheros: *File /Disconnect Folder* o pulsando el icono correspondiente (figura 1.9a). Esta acción también se puede realizar pulsando con el botón derecho del ratón sobre la carpeta que queremos desconectar (figura 1.9b):



Figuras 1.9a y 1.9b. Dos maneras de realizar la desconexión a una carpeta

ArcCatalog también permite acceder y trabajar con información geográfica almacenada en bases de datos espaciales o servidores de Internet. Para ello hay que crear una conexión a los mismos en el catálogo.

Hay varias carpetas destinadas a ello: *Database servers*, *database conexions*, *Gis servers*, etc.

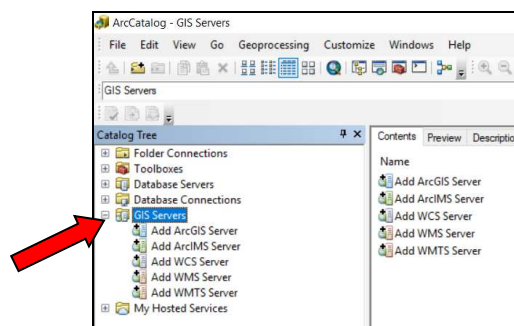


Figura 10. Conexión a servidores SIG

Por ejemplo: www.geographynetwork.com que permite usar gratuitamente datos disponibles en diversos servidores del mundo.

Visualización de contenidos del catálogo

La información puede visualizarse en tres formatos diferentes según la pestaña que activemos: *Contents*, *Preview* y *Metadata*.

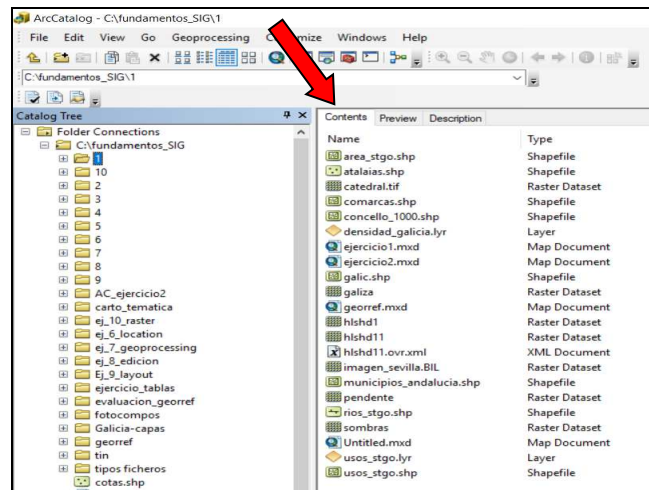


Figura 1.11. Formatos diferentes de visualización de la información: "Contents"

- **CONTENTS:** muestra las carpetas y ficheros que contiene aquel directorio o carpeta seleccionado en el catálogo (en el árbol de la izquierda).
- **PREVIEW:** Previsualización. Permite observar la información geográfica o tabular del fichero.
- **METADATA:** facilita la información descriptiva asociada al mismo.

Contents

Registro de los archivos que comprende en su interior la carpeta o conexión situada en el catálogo.

Los archivos pueden visualizarse en cuatro formatos diferentes:

-Iconos:

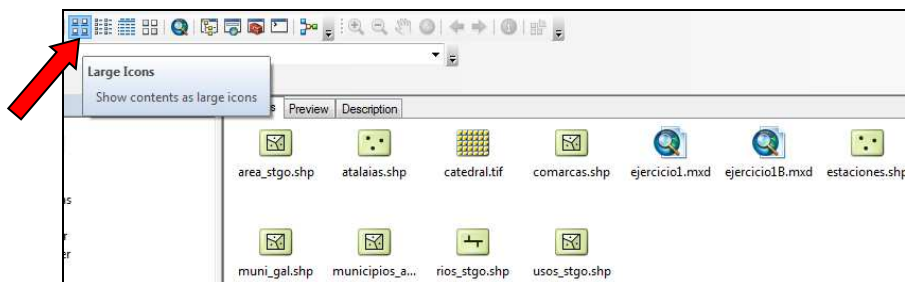


Figura 1.12. Visualización de la información mediante "Iconos Grandes"

-Listado:

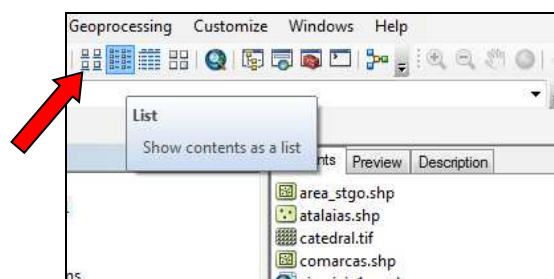


Figura 1.13. Visualización de la información mediante "Listado"

-Detalles

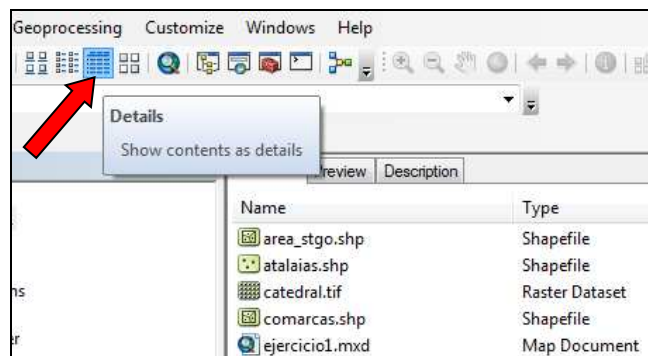


Figura 1.14. Visualización de la información mediante "Detalles"

-Vistas en miniatura (Thumbnails)

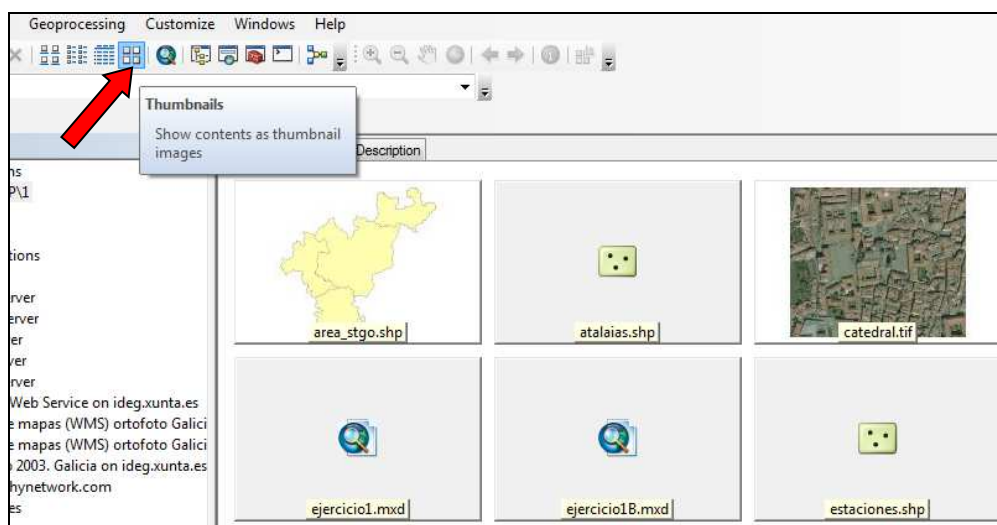


Figura 1.15. Visualización de la información mediante "Vistas en miniatura"

Cada tipo de fichero o conexión aparece representado por un icono propio según el formato de sus datos, podemos ver varios ejemplos de iconos en la figura 1.16, concretamente los de tipo *shapefile*, *cobertura*, *Grid*, *Tin* y *Geodatabase*, aunque existen muchos más.

Nombre	Tipo	Dataset	Layer
Shapefile	punto		
	línea		
	polígono		
Cobertura	cobertura		
	Anotación		
	arco		
	punto		
	polígono		
Grid			
Tin			
Geodatabase			

Figura 1.16

Inclusión de información adicional sobre las carpetas y conexiones

Por defecto aparece en la información sobre carpetas y ficheros sólo su nombre y tipo de fichero.

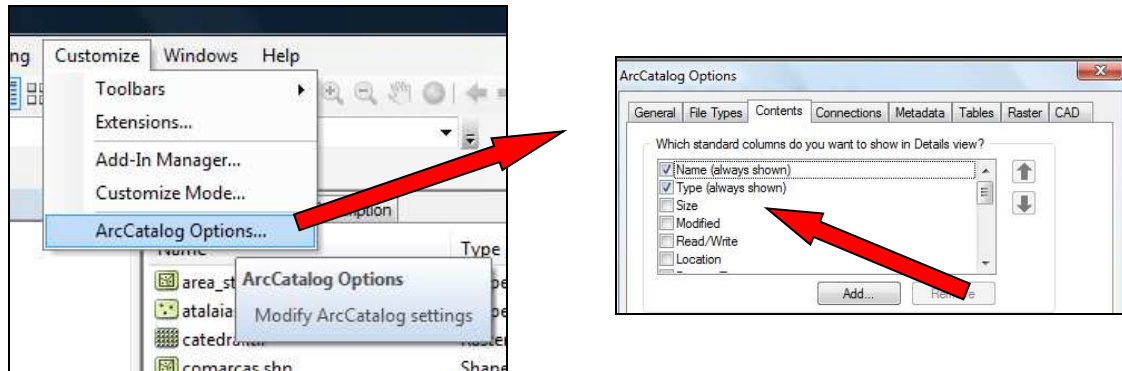


Figura 1.17a. Habilitación de la visualización de propiedades adicionales en “Contents”.

Estos datos pueden ampliarse e incluir columnas adicionales con información contenida en los metadatos.

Para mostrar propiedades adicionales (dentro del menú detalles de la pestaña *Contents*): *menú CUSTOMIZE/ArcCatalog Options/Contents*, de manera que se han de marcar aquellos datos o metadatos que se deseen visualizar (figuras 1.17a y 1.17b).

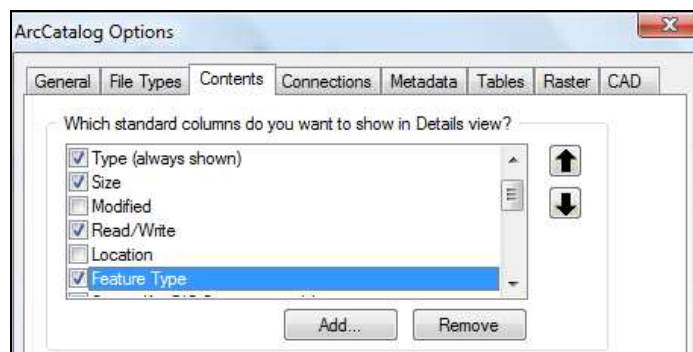


Figura 17b. Habilitación de la visualización de propiedades adicionales en “Contents”.

En el caso que nos ocupa incluimos *size*, *read/write* y *feature type*. A continuación, vamos al icono Details y visualizamos la información adicional que hemos seleccionado antes (figura 1.18).

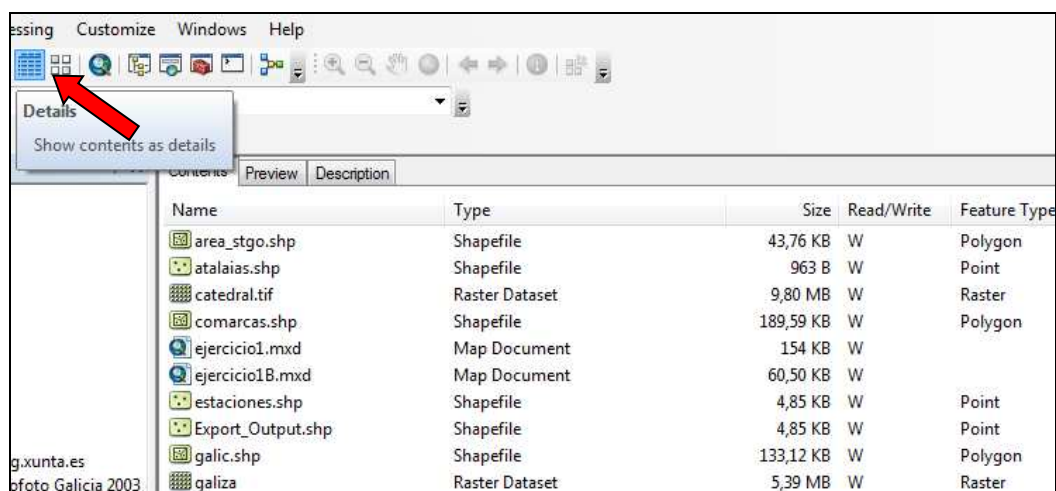


Figura 1.18. Visualización de información adicional sobre los ficheros en "Details"

Colocación del catálogo de conexiones en diferentes posiciones del espacio de trabajo de ArcCatalog

Para ubicar el catálogo de conexiones en la parte del área de trabajo que más nos convenga, pulsamos con el ratón en el título del catálogo de conexiones y lo arrastramos sin soltar el ratón, inmediatamente aparecen cuatro flechas en los cuatro puntos cardinales del espacio de trabajo, de manera que si soltamos el ratón encima de una de ellas anclaremos el catálogo de conexiones a ese punto. También lo podemos ubicar en cualquier otro punto del espacio de trabajo, aunque no quedará anclado a él (figura 1.19).

Si cerramos accidentalmente (o por voluntad propia) el catálogo de conexiones y queremos luego volver a visualizarlo, tan sólo tendremos que ir al menú *Windows/Catalog Tree* y lo volveremos a visualizar en su ubicación por defecto en el lado izquierdo del área de trabajo de ArcCatalog (figura 1.20).

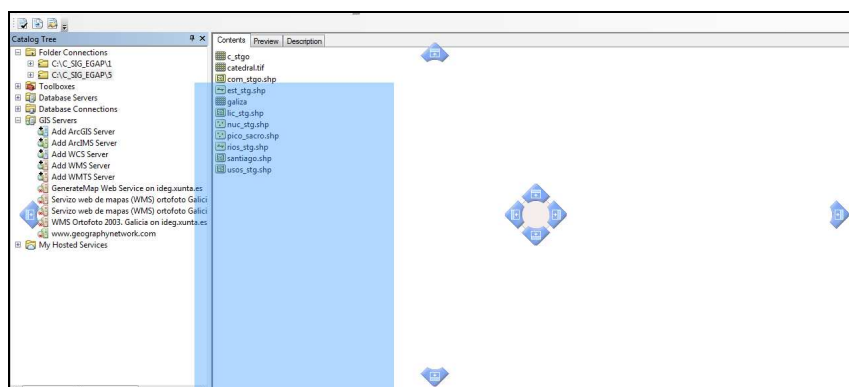


Figura 1.19. Colocación del catálogo de conexiones en diferentes posiciones en el espacio de trabajo

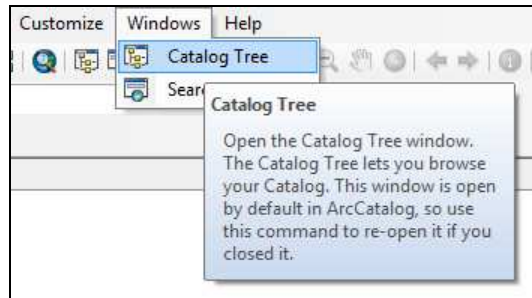


Figura 1.20. Apertura del catálogo de conexiones

A continuación, se propone un ejercicio para trabajar los conceptos transmitidos hasta el momento en las páginas anteriores. La información digital para su realización se encuentra en el directorio *C:\fundamentos_SIG*

Ejercicio 1. ArcCatalog

Trabajando con ArcCatalog

- 1.-Crear en el árbol de contenidos una conexión a la carpeta que contiene los datos digitales de este curso (*Fundamentos_SIG*).
- 2.-Crear en el árbol de contenidos una conexión a la carpeta 5 del directorio *Fundamentos_SIG*.
- 3.-Eliminar la conexión directa a la carpeta *Fundamentos_SIG*.
- 4.-Explorar los contenidos de la carpeta 5 a través de la pestaña *Contents*. Visualizar los contenidos de la carpeta de todas las maneras disponibles: iconos, listado, detalles de archivos y vistas en miniatura (thumbnails).
- 5.-Incluir en la visibilidad de los ficheros (dentro de la opción detalles) de la carpeta 5: lectura/escritura (read/write), size (tamaño) y tipo de entidad (feature type).
- 6.-Ocultar, visualizar y modificar la posición del catálogo de conexiones (ubicarlo en diferentes posiciones en el espacio de trabajo de ArcCatalog).

Visualización rápida de la información cartográfica

En lo que respecta a una exploración rápida de los datos de los que disponemos para trabajar con *ArcGis*, *ArcCatalog* nos permite realizar esa visualización, tanto de los datos geográficos como tabulares.

Además, nos permite visualizar un fichero y los datos asociados sin necesidad de abrir un mapa con ellos en *ArcMap*.

Por otro lado, es muy útil para hacer un examen inicial de la información sin tener que perder tiempo cargándola en *ArcMap*.

Dentro del programa, es la pestaña *Preview* la que nos permite esto. Cuando visualizamos los datos debemos tener en cuenta que *ArcCatalog* utiliza una simbología por defecto para mostrarnos la información:

- Ficheros vectoriales: objetos lineales en color azul
- Ficheros poligonales: amarillo
- Ficheros puntuales: diamantes negros

Este patrón se mantiene en los ficheros vectoriales siempre y cuando no tengan su propia simbología, de manera que en archivos de tipo *CAD*, en algunas bases de datos geográficos, etc., aparecerán otras simbologías, porque son propias de esos formatos en principio ajenos a *ArcGis*, pero que el programa puede visualizarlos, trabajar con ellos y transformarlos en datos propios.

Ejemplo: Creamos una conexión con *ArcCatalog* a la carpeta *fundamentos_GIS/ tipos ficheros*. En ella podemos ver diferentes tipos de simbología que utiliza *ArcGis* (y en general *ArcCatalog*) para visualizar la información:

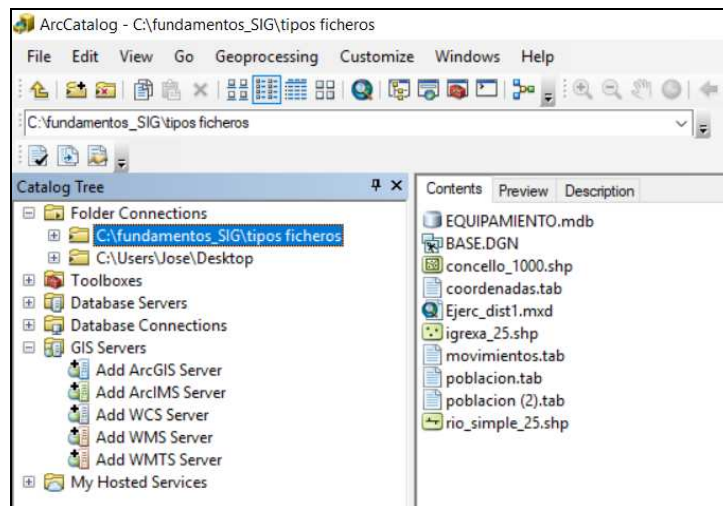


Figura 1.21. Simbologías de diferentes tipos de ficheros.

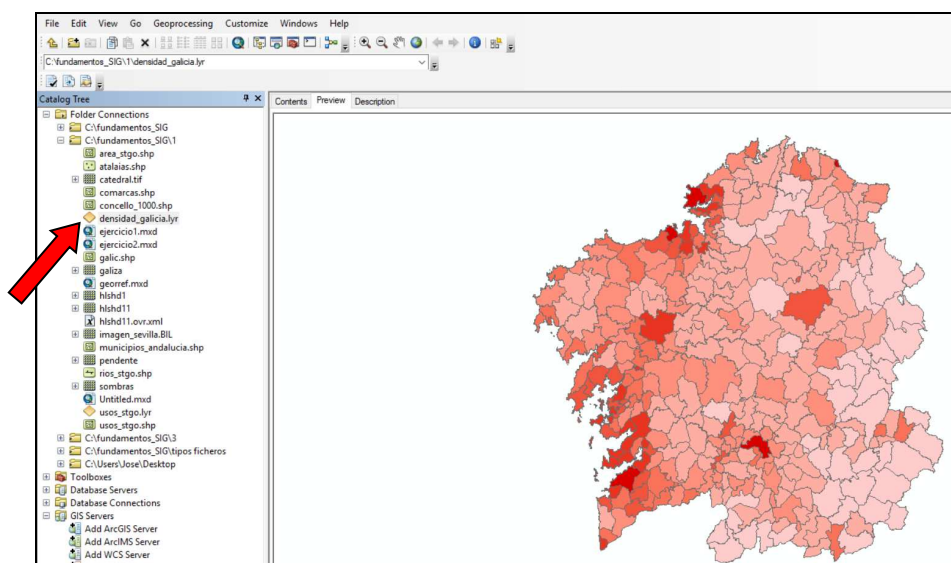


Figura 1.22. Simbologías de tipo *layer* (ficheros *.lyr*).

Las capas de información generadas por el usuario almacenan la simbología previamente asignadas por el autor. Son, por ejemplo, los ficheros con extensión *.lyr*: basados en una fuente de datos original o en un archivo cartográfico que han sido manipulados, personalizados y finalmente guardados en un archivo de tipo capa (figura 1.22).

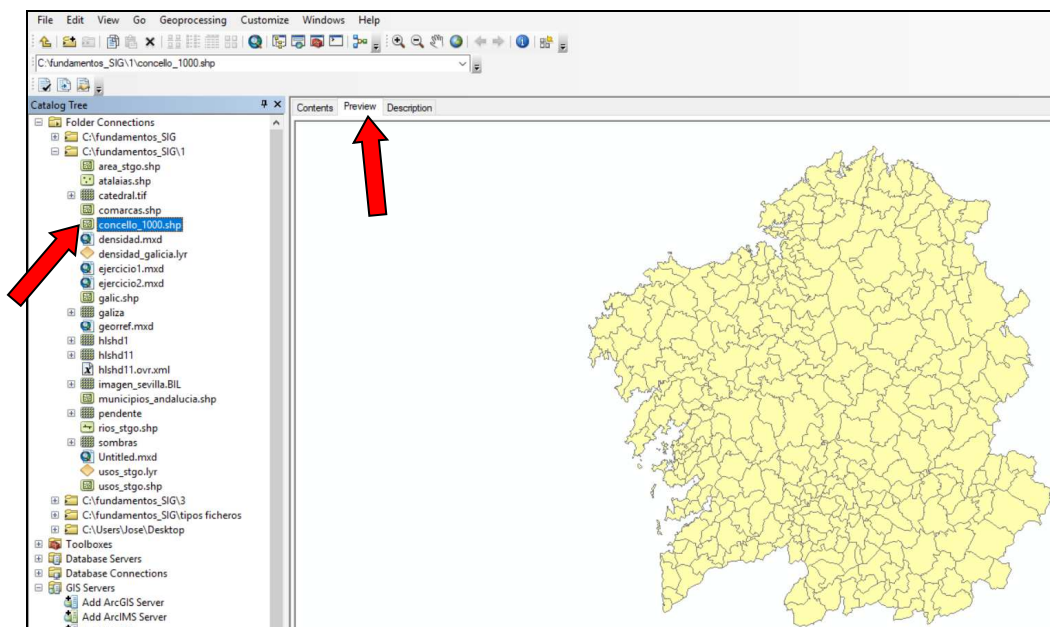


Figura 1.23. Previsualización de información poligonal sin simbología

ArcCatalog muestra la misma simbología que tiene en el mapa. Ejemplo: establecer una conexión con *fundamentos_SIG/1*, y visualizar el preview de *densidad_galicia.lyr* y *usos_stgo.lyr*. Podemos comprobar las diferencias con una capa simple (*concellos_1000.shp*, en el mismo directorio) en el que podemos ver como en la pantalla preview se nos muestra un mapa de Galicia sin simbología alguna, con todos sus municipios del mismo color (figura 1.23).

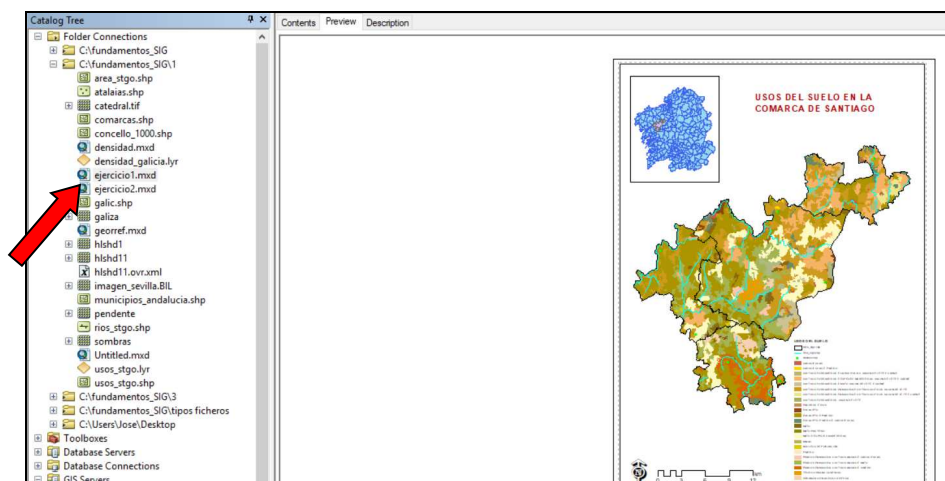


Figura 1.24. Previsualización de una composición final de mapa (archivos tipo *.mxd*)

ArcCatalog también visualiza plantillas de mapas y composiciones de mapas finales, ejemplo: en la figura 1.24, indicamos en el catálogo de conexiones, dentro de la *carpeta 1*, el archivo *ejercicio1.mxd* y a continuación pulsamos en la pestaña *preview*, de manera que nos muestra una composición de mapa que existe en ese proyecto.

Exploración de los datos geográficos en arccatalog

Podemos examinar objetos de un archivo sin necesidad de crear un mapa: se realiza en la pestaña *Preview* o *visualización geográfica* (figura 1.23). Una vez en este tipo de vista podemos emplear los iconos de *ZOOM*, *PANORÁMICA* (para moverse por el mapa una vez que se hace un zoom a una pequeña escala), *FULL EXTENT* (extensión completa) e *IDENTIFICAR* (*Identify*: ofrece información sobre un registro concreto sobre el que pulsemos con el ratón), que se habilitan en la barra de herramientas.

Ejemplo: empleamos estas tres herramientas con el archivo que contiene los municipios de Galicia (*concellos_1000.shp*) que aparece en la *carpeta 1* (figura 1.25).



Figura 1.25. Iconos de zoom, panorámica, extensión completa e identificar en *ArcCatalog*.

Creación de vistas reducidas (en miniatura) como herramientas de visualización de datos espaciales

En la pestaña: *Contents*, o *contenidos*, se pueden ver como *vistas reducidas* (*thumbnails*) los diferentes archivos espaciales existentes.

Esta opción nos da una visión general del conjunto sin tener que ir viendo uno a uno los archivos en la opción *preview*.

ArcCatalog sólo genera vistas en miniatura automáticamente para mapas o composiciones finales que han sido creados y guardados en un fichero como tales (Ejemplo, dentro de la *carpeta 1*, *ejercicio1.mxd*, si lo visualizamos en la pestaña *preview* nos muestra una vista en miniatura, como podemos observar en la figura 1.24).

Sin embargo, para archivos cartográficos, bases de datos espaciales y capas geográficas debe ser el usuario el que genere esas vistas de forma manual desde la pestaña *preview*. Si esas vistas no se han generado manualmente, cuando seleccionamos una carpeta en el catálogo los objetos geográficos no se muestran en

la imagen. En su lugar cada archivo cartográfico o capa está representado por un icono que lo simboliza.

Ejemplo, si conectamos en el catálogo con la *carpeta 1*, en la pestaña *contents*, en la opción *vistas reducidas (thumbnails)* sólo podemos ver los iconos que simbolizan a cada una de las capas (figura 1.26):

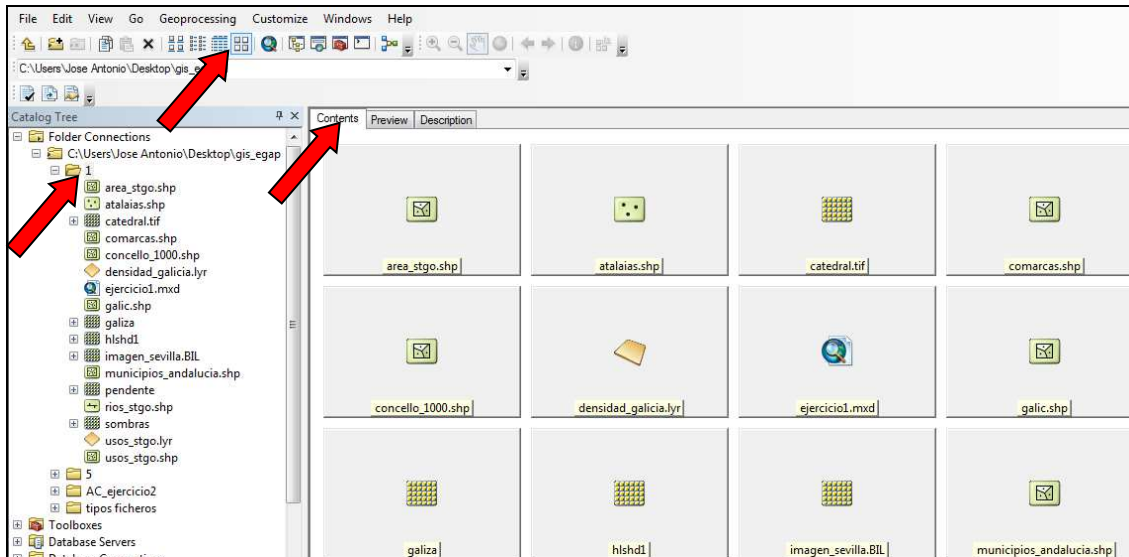


Figura 1.26. Iconos que simbolizan a las diferentes capas sin aplicar la previsualización con *vistas reducidas (thumbnails)*.

Para crear las vistas en miniatura:

1.-Seleccionamos en el catálogo el fichero que contiene los datos espaciales a representar como vista reducida.

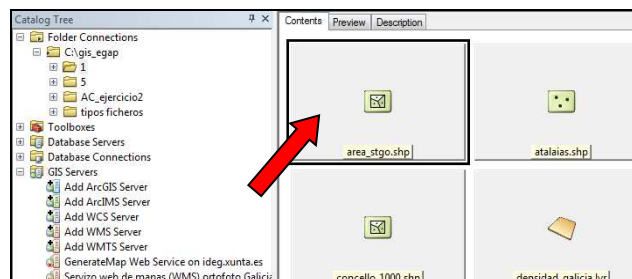


Figura 1.27. Selección del fichero para aplicar la visualización mediante *vistas reducidas (thumbnails)*.

2.-Activamos la pestaña *preview*.

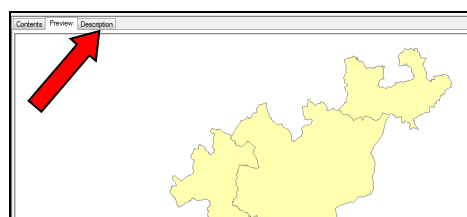


Figura 1.28. Activación de la pestaña *preview*.

3.-Pulsamos a continuación sobre la herramienta Create Thumbnail (*vistas en miniatura*):

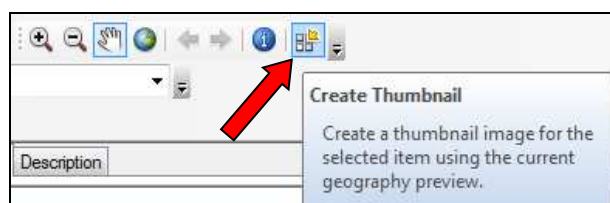


Figura 1.29. Crear vistas en miniatura (thumbnail).

A partir de ese momento ya lo veremos como vista en miniatura cada vez que lo visualicemos en la pestaña *Contents* (figura 1.30).

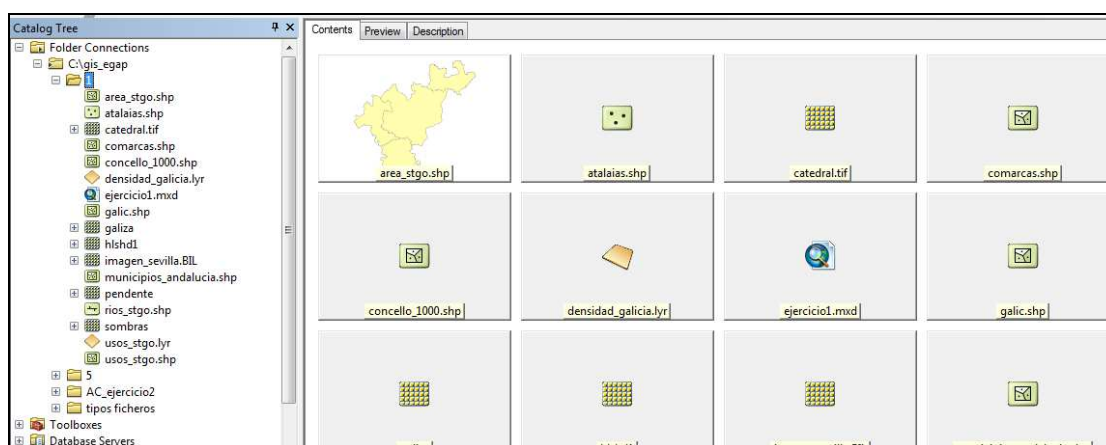


Figura 1.30. Previsualización de la información en vistas en miniatura (thumbnail).

Visualización de la información temática en tablas

Cuando visualizamos los archivos en la pestaña *preview* no sólo podemos ver su vista geográfica o espacial (lo que hemos visto hasta ahora), sino también podremos observar los *atributos de los objetos geográficos (tablas)*.

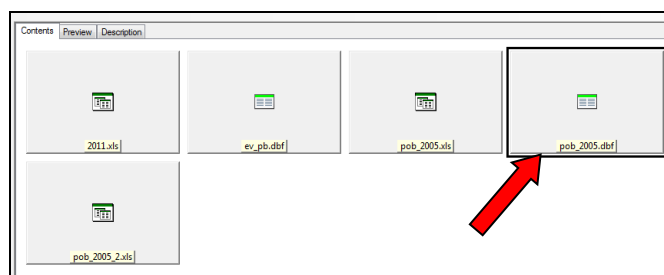


Figura 1.31a. Previsualización de una base de datos sin información espacial asociada

Si el archivo es una base de datos sin información espacial asociada (una simple base de datos) al activar la pestaña *preview* ya la veremos directamente (Ejemplo: dentro de la *carpeta 2/tablas*, tenemos archivos que son bases de datos sin

información espacial, como: *pob_2005.dbf*, que si las visualizamos en *preview* se nos muestra la base de datos, como podemos observar en las figuras 1.31a y 1.31b):

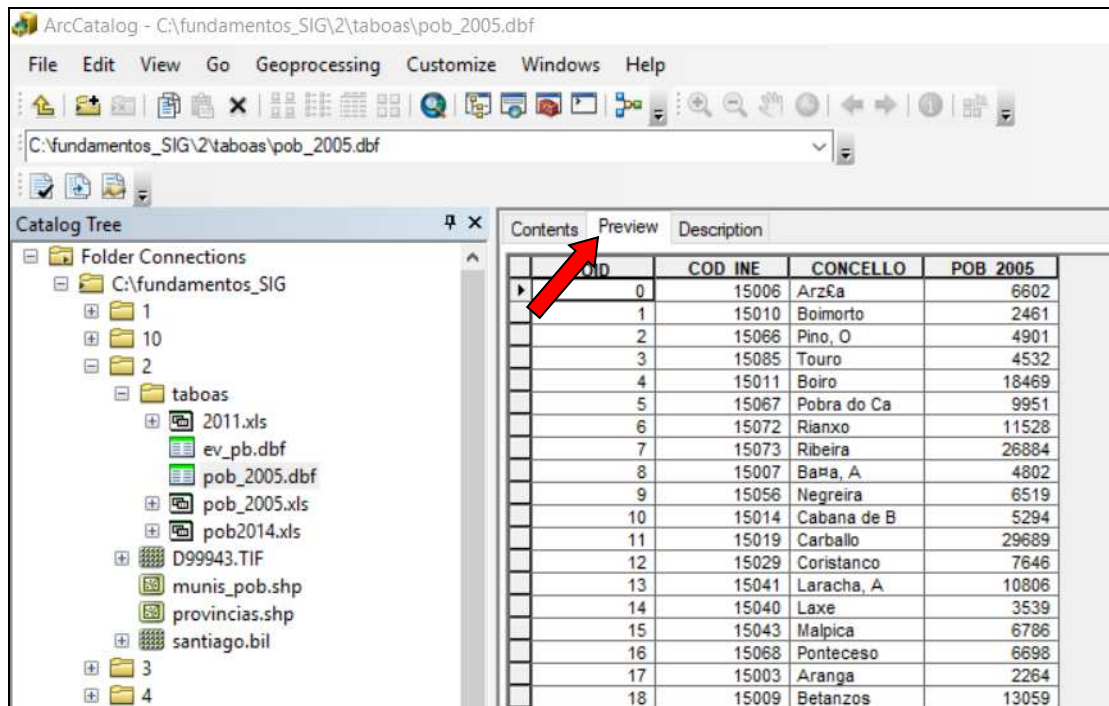


Figura 1.31b. Previsualización de una base de datos sin información espacial asociada

Sin embargo, si el archivo contiene también información espacial tendremos dos modalidades: Geography y Table (podemos verlo en el archivo *concellos_1000.shp* de la carpeta 1, figuras 1.32 y 1.33).

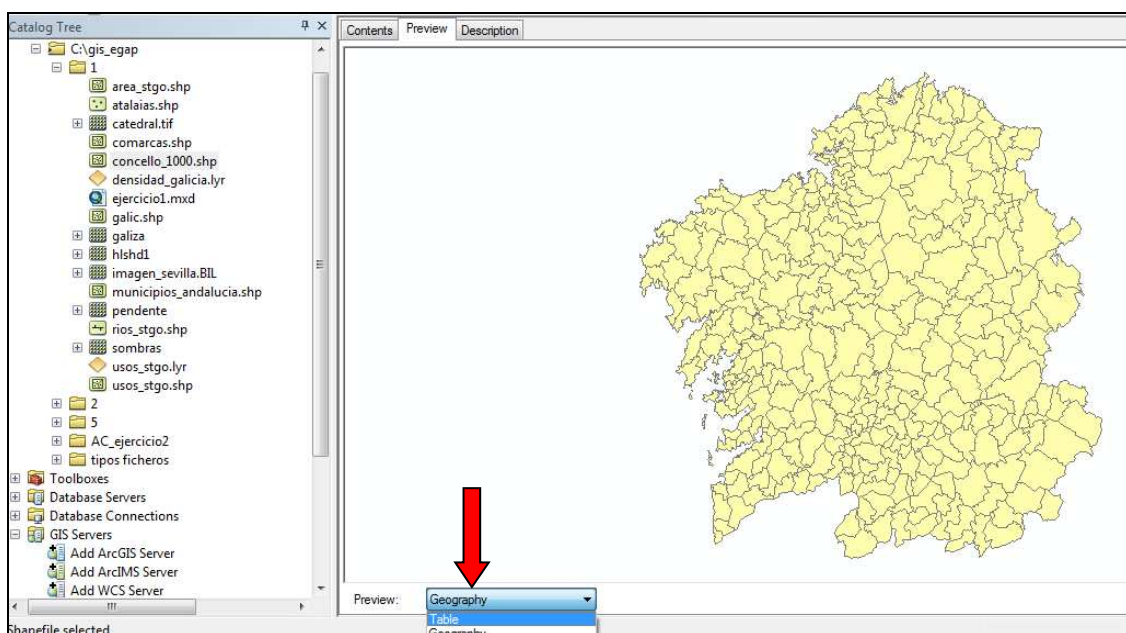


Figura 1.32. Modalidad *Geography* para previsualizar la capa de información.

FID	Shape	CDCOM	NOME	CDPROV	CDCONC	CDORD	SUP	
0	Polygon	21	OUROL	27	27038	131	142072641.2	OUROL
1	Polygon	21	VIVEIRO	27	27066	159	109389729.3	VIVEIRO
2	Polygon	21	XOVE	27	27025	120	89191225.7	XOVE
3	Polygon	20	BURELA	27	27962	314	79357444.7	BURELA
4	Polygon	20	VALADOURO (O)	27	27063	156	110447531.5	O VALAD
5	Polygon	20	FOZ	27	27019	114	10028943.2	FOZ
6	Polygon	22	RIBADEO	27	27051	144	108938657.4	RIBADEO
7	Polygon	22	BARREROS	27	27005	100	72416964.5	BARREROS
8	Polygon	26	POL	27	27046	139	125903776.2	POL
9	Polygon	19	BALERA	27	27004	98	168815317.2	BALERA
10	Polygon	25	CASTROVERDE	27	27011	106	174150309.5	CASTROV
11	Polygon	30	CASTRO DE REI	27	27010	105	178971386.4	CASTRO
12	Polygon	30	COSPETO	27	27015	110	144788244.1	COSPETT
13	Polygon	25	RABADE	27	27056	149	5170676.3	RABADE
14	Polygon	25	OUTEIRO DE REI	27	27039	132	134197555.4	OUTEIRO
15	Polygon	30	BEGONTE	27	27007	102	126796971.7	BEGONTE
16	Polygon	30	GUITRIZ	27	27022	117	283738496.8	GUITRIZ
17	Polygon	25	FRÍOL	27	27020	115	292144923.8	FRÍOL
18	Polygon	27	NAVIA DE SUARNA	27	27034	128	242565657.7	NAVIA DE
19	Polygon	27	CERVANTES	27	27012	107	277628260.3	CERVANT
20	Polygon	29	LANCARA	27	27026	121	121866932.7	LANCARA
21	Polygon	25	CORGO (O)	27	27014	109	157324034.2	O CORGO
22	Polygon	25	GUNTIN	27	27023	118	154777606	GUNTIN
23	Polygon	29	PARAMO (O)	27	27043	136	74804599.5	O PARAM
24	Polygon	29	SARRIA	27	27057	150	184615235	SARRIA
25	Polygon	27	NOGAS (AS)	27	27037	130	110344861.3	AS NOGA
26	Polygon	37	OURENSE	32	32054	160	84552371.9	OURENSE
27	Polygon	53	MOS	36	36033	285	53210556.6	MOS
28	Polygon	37	TABOADELA	32	32079	238	25185460.7	TABOADE
29	Polygon	26	MEIRA	27	27029	123	46553169.9	MEIRA

Figura 1.33. Modalidad *Table* para previsualizar la capa de información.

Cuando visualizamos la tabla procedemos a observar su estructura general: columnas, campos, variables y registros. Podemos desplazarnos por la tabla con la barra lateral e inferior, además podemos movernos registro a registro o desplazarnos directamente al primero, al último, o poner el número de registro al que queramos desplazarnos.

Personalizar tabla de datos

Para seleccionar registros, añadir nuevos datos o hacer análisis en profundidad es aconsejable el empleo de *ArcMap*, sin embargo, en *ArcCatalog* podemos personalizar la apariencia de una tabla facilitando su examen:

-Podemos modificar *fuentes y colores de selección* que tiene por defecto el programa (selecciona en azul claro, y el tamaño de la fuente es Arial 8).

Si cambiamos estos valores prefijados por defecto, cambiaremos la apariencia de todas las tablas. Lo haremos en la siguiente ruta: menú *Customize/ArcCatalog options*.

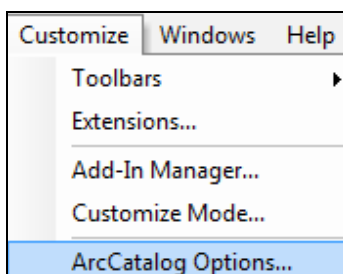


Figura 1.34. Opciones de ArcCatalog.

Y en la ventana que aparece escogemos la opción *Tables*, que nos permitirá variar los parámetros de color para registros seleccionados, tamaño y tipo de fuente, anchos de columnas, etc. (figura 1.35).

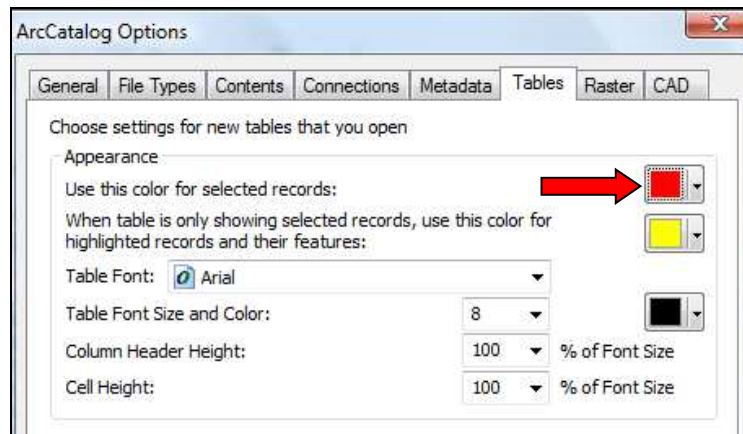


Figura 1.35. Opciones de ArcCatalog en la pestaña *tables* (tablas)

-Modificar posición de un campo: puede resultarnos más cómodo por múltiples razones cambiar la posición de un campo de la base de datos que nos ofrece por defecto ArcCatalog. Se procede del siguiente modo (figura 1.36):

- 1.-Seleccionar el campo (columna): pulsar sobre el título (rótulo) del mismo, que se ilumina en azul cian (a no ser que hayamos cambiado el color de selección).
- 2.-Botón izquierdo del ratón pulsado sobre el título, arrastrando el campo hasta la nueva ubicación.

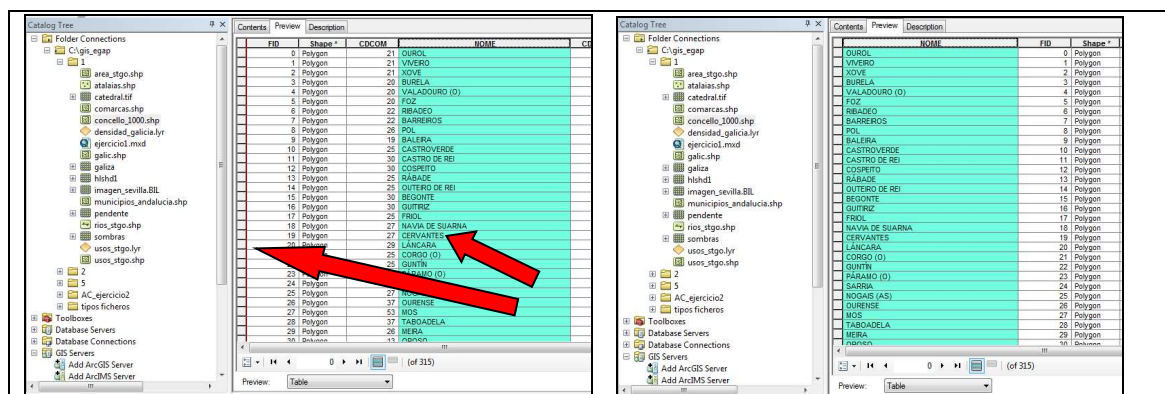


Figura 1.36. Modificar posición de un campo

-Modificar/variar anchura de un campo (figura 1.37): podemos hacerlo poniendo el cursor sobre uno de los márgenes del título del campo de la variable a modificar en su longitud. Al hacer esto la forma del cursor varía: flecha de doble dirección, en ese momento mantenemos pulsado el botón izquierdo del ratón y estiramos.

NOME	FID	Shape	CDCOM	CDPROV	CDCONC	CDORD	SUP
OUROL	0	Polygon	21	27	27038	131	142072841.2
VIVEIRO	1	Polygon	21	27	27066	159	109389729.3
XOVE	2	Polygon	21	27	27025	120	89191225.7
BURELA	3	Polygon	20	27	27062	314	79357444.7
VALADOURO (O)	4	Polygon	20	27	27063	156	110447531.5
FOZ	5	Polygon	20	27	27019	114	10028943.2
RIBADEO	6	Polygon	22	27	27051	144	108938657.4
BARREIROS	7	Polygon	22	27	27005	100	72418964.4
POL	8	Polygon	26	27	27046	139	125963778.2
BALEIRA	9	Polygon	19	27	27004	98	168815317.2
CASTROVERDE	10	Polygon	25	27	27011	106	174150309.5
CASTRO DE REI	11	Polygon	30	27	27010	105	178971366.4
COSPEITO	12	Polygon	30	27	27015	110	144738244.1
RABADE	13	Polygon	25	27	27056	149	5170676.3
OUTEIRO DE REI	14	Polygon	25	27	27039	132	134197555.5
BEGONTE	15	Polygon	30	27	27007	102	126796971.7
GUITRIZ	16	Polygon	30	27	27022	117	283739496.8
FRÍOL	17	Polygon	25	27	27020	115	292144923.5
NAVIA DE SUARNA	18	Polygon	27	27	27034	128	242565657.3
CERVANTES	19	Polygon	27	27	27012	107	277628260.3
LANCARA	20	Polygon	29	27	27026	121	121666932.7
CORGO (O)	21	Polygon	25	27	27014	109	157324034.2
QUINTIN	22	Polygon	25	27	27023	118	154777606
PARAMO (O)	23	Polygon	29	27	27043	136	74804599.5
SARRIA	24	Polygon	29	27	27057	150	184615235
NOGAS (AS)	25	Polygon	27	27	27037	130	110344861.3
OURNENSE	26	Polygon	37	32	32054	160	84552371.1
MOS	27	Polygon	53	36	36033	285	53210556.6
TABOADELA	28	Polygon	37	32	32079	238	25185460.7
MERA	29	Polygon	26	27	27029	123	48553169.9
PORRINO	30	Polygon	13	15	15069	60	770186436

Figura 1.37. Modificar anchura de un campo

-Fijar posición de una columna (figura 1.38): útil para comparar columnas no próximas. Para hacerlo pulsamos el botón derecho del ratón sobre el título del campo y escogemos la opción: *Freeze / Unfreeze Column*.

NOME	FID	Shape	CDCOM	CDPROV
OUROL	0	Polygon	21	27
VIVEIRO	1	Polygon	21	27
XOVE	2	Polygon	21	27
BURELA	3	Polygon	20	27
VALADOURO	4	Polygon	20	27
FOZ	5	Polygon	20	27
RIBADEO	6	Polygon	22	27
BARREIROS	7	Polygon	22	27
POL	8	Polygon	26	27
BALEIRA	9	Polygon	19	27
CASTROVERDE	10	Polygon	25	27
CASTRO DE REI	11	Polygon	30	27
COSPEITO	12	Polygon	30	27
RABADE	13	Polygon	25	27
OUTEIRO DE REI	14	Polygon	25	27

Figura 1.38. Fijar posición de un campo

-Ordenar registros de una tabla (figura 1.39): la tabla guarda el orden en el que inicialmente se introdujeron las filas y los valores.

NOME	FID	Shape
OUROL	0	Polygon
VIVEIRO	1	Polygon
XOVE	2	Polygon
BURELA	3	Polygon
VALADOURO	4	Polygon
FOZ	5	Polygon
RIBADEO	6	Polygon
BARREIROS	7	Polygon
POL	8	Polygon
BALEIRA	9	Polygon
CASTROVERDE	10	Polygon
CASTRO DE REI	11	Polygon

Figura 1.39. Ordenar registros en la base de datos.

Se pueden ordenar de manera ascendente o descendente. Para ello pulsamos el botón derecho del ratón y elegimos la opción correspondiente: *Sort Ascending* o *Sort Descending*.

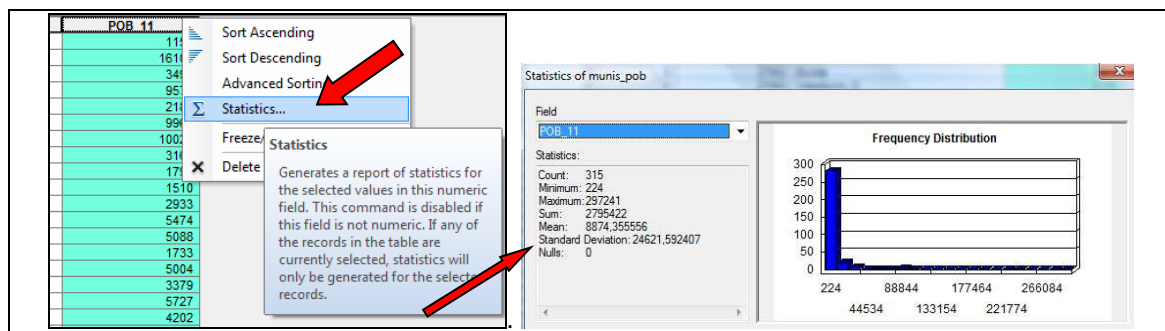
Descending. También podemos ordenar registros de una tabla en función de varios campos: botón derecho del ratón opción *Advancing Sort*. La posición de las columnas da prioridad en la ordenación de las filas. La ordenación de los campos se empieza por los campos situados a la izquierda. Cualquier cambio que hagamos con estas opciones son temporales, realizados a efectos de visualización y cuando cambiemos de tabla a visualizar o cerremos el proyecto no se guardarán.

Visualizar y calcular estadísticas básicas

Al analizar las bases de datos podemos obtener estadísticas sencillas para variables constituidas por valores numéricos. Las que nos ofrece *ArcCatalog* son (figuras 1.40a y 1.40b):

- Recuento de casos
- Valores máximo y mínimo
- Sumatorio de los datos
- Media
- Desviación típica (estándar)
- Histograma de frecuencias: marca la distribución de los valores del campo asociado

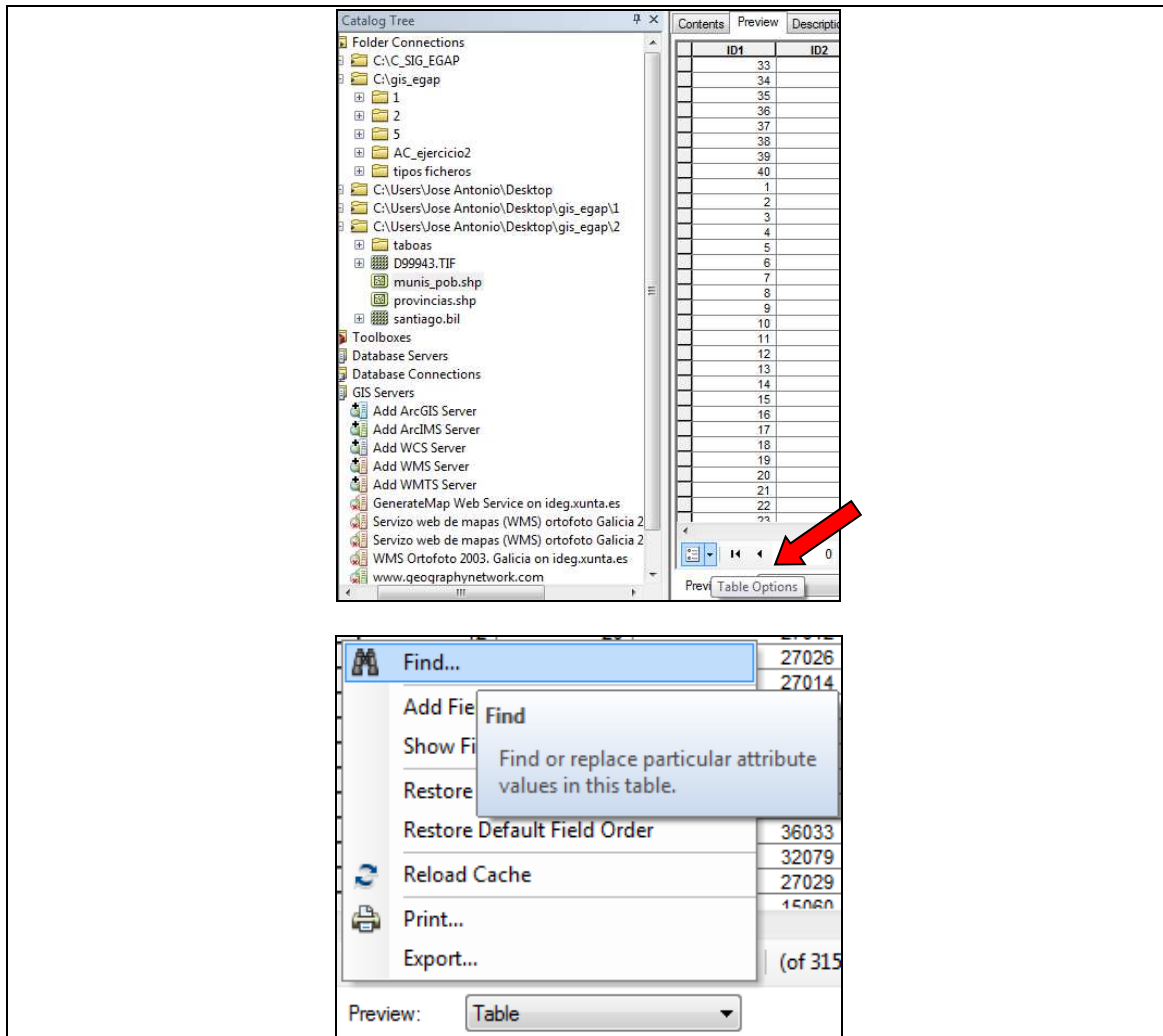
Para visualizar esta información debemos tener la tabla objeto de análisis activa (utilizaremos como ejemplo el archivo *munis_pob.shp* de la *carpeta 2*, que visualizaremos en la opción *table* dentro de la pestaña *preview*), marcamos la variable (campo) de la que queremos obtener las estadísticas, pulsamos el botón derecho del ratón y elegimos la opción *Statistics*, y nos aparecerá una ventana con todos los aspectos indicados.



Para visualizar las estadísticas de otro campo no es necesario repetir el proceso, sino que lo que podemos hacer es desplegar la pestaña donde aparece el campo (*field*) y elegir el nuevo campo por el que deseamos obtener una estadística.

Búsqueda de valores en una tabla

En *ArcCatalog* sólo se pueden hacer búsquedas sencillas, en *ArcMap* podremos hacerlo todo lo complejas que queramos. Para realizarlas en *ArcCatalog* utilizamos la herramienta *Find (encontrar)*. Se sitúa en el desplegable denominado *Table/options*, que se encuentra en la parte inferior izquierda de la tabla.



Figuras 1.41 y 1.42. Herramienta *encontrar (Find)*

Una vez en la herramienta:

Introducimos el valor a buscar en *Find What*: por ejemplo, ponemos 15078, que es el código INE de Santiago de Compostela (figura 1.43).

Si se trata de caracteres alfanuméricos podemos elegir entre todo o parte del contenido a buscar. Por defecto busca el término en cualquier posición de los valores de la tabla (*Any Part*). Podemos modificar el criterio de búsqueda:

-*Whole field*: términos concretos. Exactamente lo indicado (buscamos en esta tabla por ejemplo *Ponteareas*).

-*Start of field*: buscará cualquier texto que empiece por el vocablo señalado (podemos buscar en esta tabla por ejemplo *ponte*)

En la búsqueda siempre empieza del primero al último, pero se puede modificar este criterio: *Search up* (arriba a abajo); *search down* (de abajo a arriba); *search all* (en cualquier sentido).

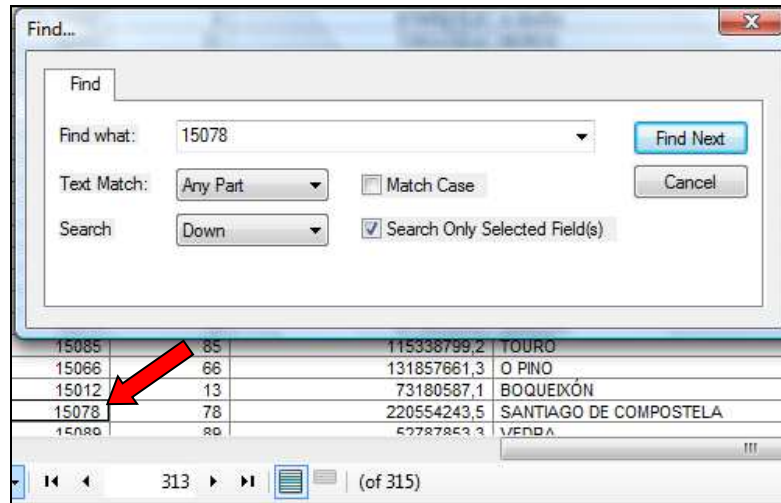


Figura 1.43. Búsqueda del registro 15078 (código de Santiago de Compostela)

Al finalizar la búsqueda sólo selecciona un registro, si existen varios selecciona el primero de ellos, para localizar más deberemos seleccionar *Find Next*.

Si queremos que busque en un campo en concreto, lo seleccionamos y marcamos la casilla de *search only selected field(s)*.

Si queremos que no distinga mayúscula y minúscula habrá que desmarcar *match case*.

Vista en tres dimensiones

Para poder previsualizar una capa en tres dimensiones es necesario que activemos la extensión 3D que posee *ArcGIS*. Para ello deberemos acudir al menú *Customize/Extensions*.

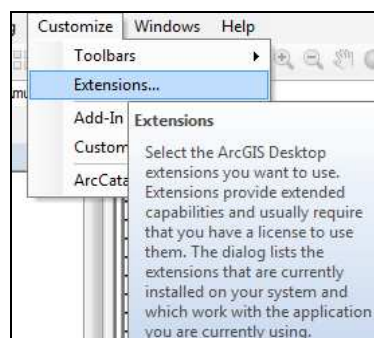


Figura 1.44. Menú *Extensiones*

Y marcamos entre las disponibles la denominada *3D Analyst*, de manera que estamos habilitando una extensión del programa para poder visualizar capas de tipo TIN o RASTER en 3D (la habilitación afectará no solo a *ArcCatalog*, sino también a cualquier módulo de *ArcGis* en el que trabajemos en 3D).

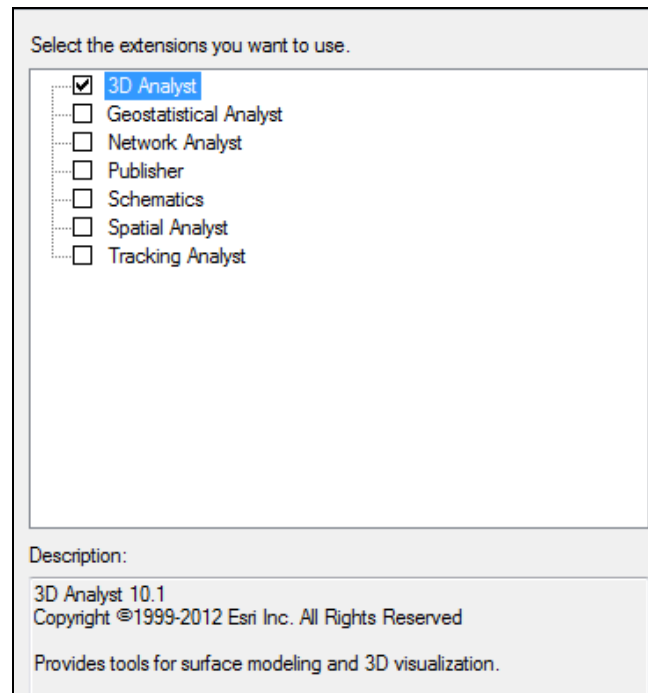


Figura 1.45. Habilitación de la extensión *3D Analyst*.

A continuación, buscamos en *ArcCatalog* una carpeta denominada *TIN*, que tenemos dentro de la carpeta *C:\fundamentos_SIG*. La abrimos y en su interior existe una capa *TIN* (red irregular de triángulos) denominada *gt*.

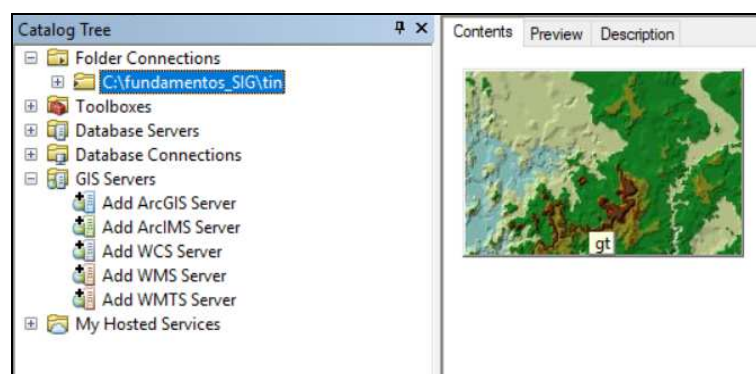


Figura 1.46. Capa de tipo TIN.

El siguiente paso será pulsar la pestaña de Previsualización (Preview) y procedemos a desplegar el menú situado en la parte inferior, activando la pestaña *3D view*.

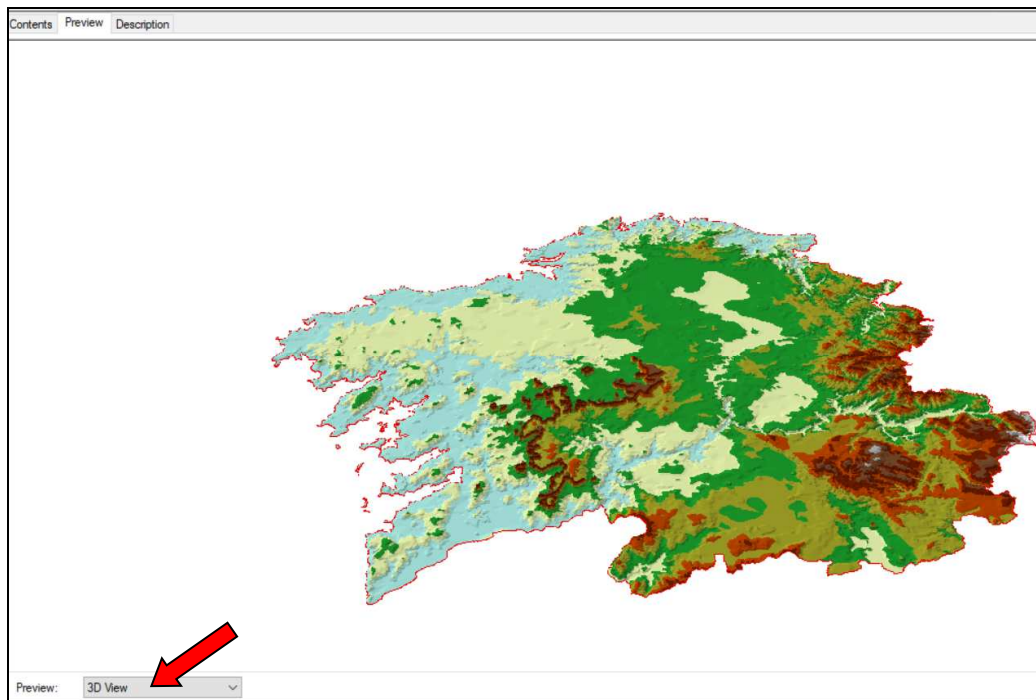


Figura 1.47. Previsualización en 3D View.

Y con el *scroll* del ratón podremos alejar y acercar la imagen cuanto queramos pudiendo observar los desniveles del terreno.

Introducción a los Metadatos

Los metadatos (en *ArcGis 10* se les denomina *description*, en las versiones anteriores del programa aparecían como *metadata*) se pueden definir como información sobre los datos (sobre las capas o cualquier otra fuente de datos que utilicemos: una tabla, una imagen de satélite, una cobertura, un archivo *CAD*, etc.). Es decir, información sobre sus características, cuando fueron creados, sistema de coordenadas, etc.

La pestaña *Description* (*descripción*) nos muestra esta información sobre los datos, que podemos editar si queremos con *ArcCatalog*.

Ejemplo: en la *carpeta 2*, visualizamos la pestaña *description* para el tema *munis_pob.shp*.

En esta pestaña tenemos una información general sobre esta capa: resumen, descripción, créditos, limitaciones de uso, extensión y rango de escala. Estos diferentes aspectos se pueden editar, imprimir e importar (desde otras capas de las que queramos copiar las informaciones).

También existe la posibilidad de visualizar otros metadatos más específicos (y editarlos) si sobre el título de la capa (en el catálogo de conexiones de la izquierda) pulsamos el botón derecho del ratón y escogemos la opción *Properties* (*propiedades*):

Tendremos nuevas pestañas en las que visualizar el título (que podremos cambiar), el sistema de coordenadas, los campos, la indexación de los campos y la extensión de la capa.



Figura 1.48. *Description*. Metadatos

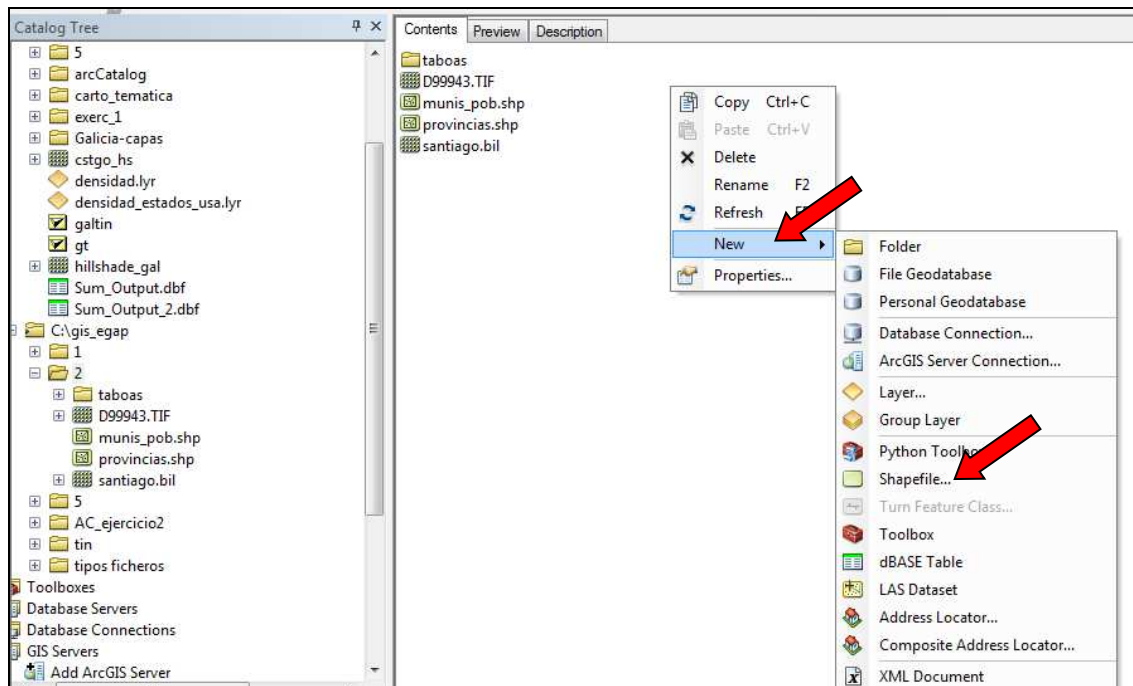
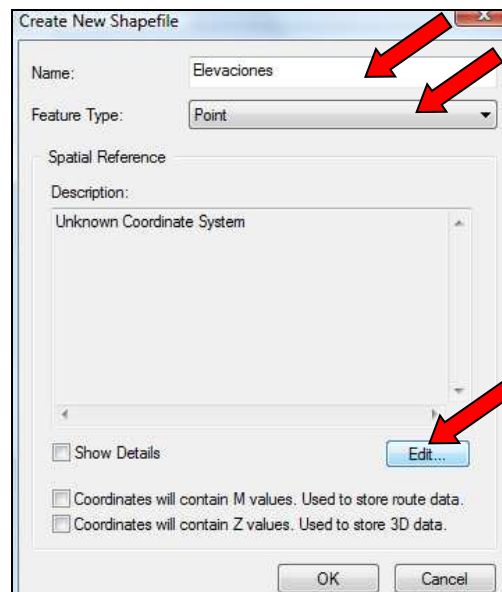
Generación de archivos de formas (*shape*) en *ArcCatalog*

Desde ArcCatalog se pueden crear archivos de tipo *shape*, *RASTER*, *tablas* y *geodatabases* sin contenido alguno y que posteriormente podremos usar para guardar las salidas de nuestros análisis cuando utilicemos *ArcMap*.

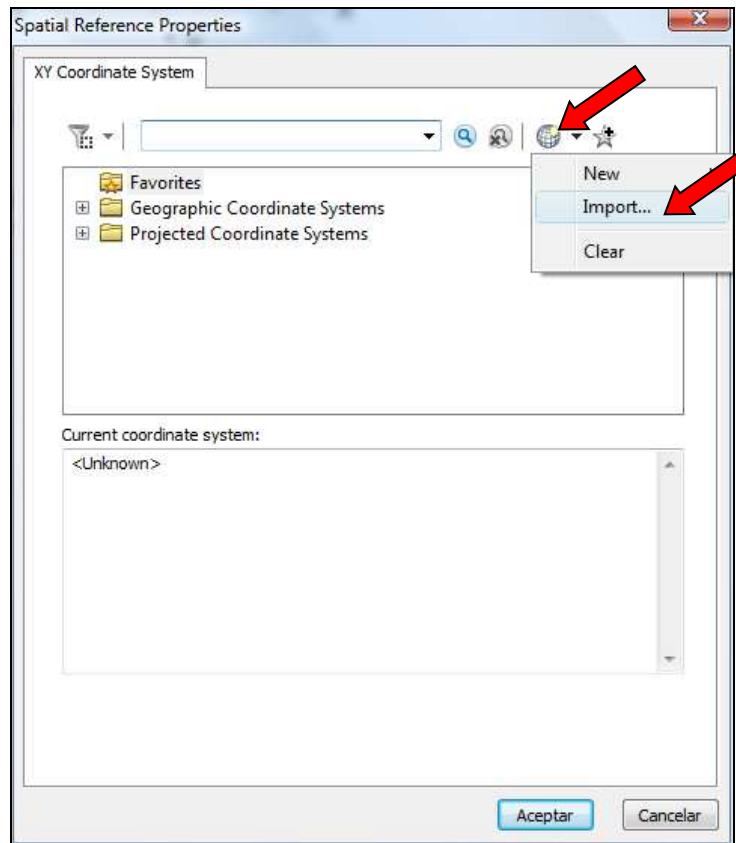
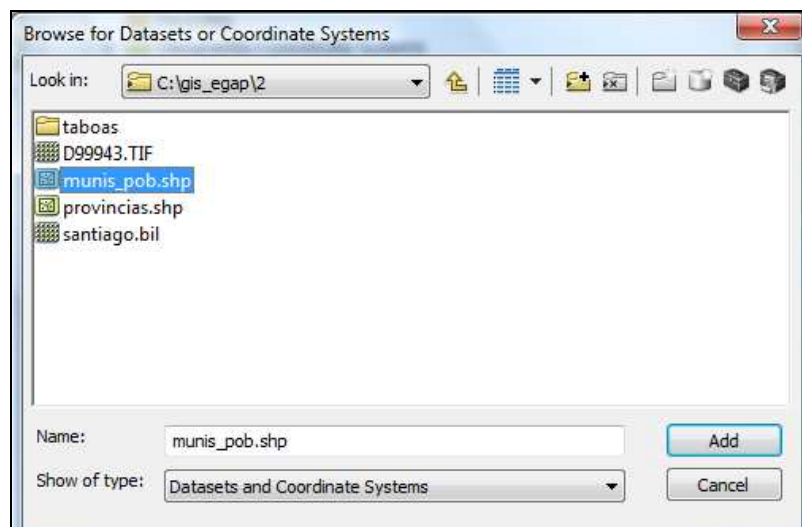
Vamos a generar un archivo de formato *shape* de tipo puntual que denominaremos *elevaciones* y que podríamos usar en el futuro para generar una capa de altitud del terreno.

Para ello se hace clic con el botón derecho del ratón sobre la zona de *Edición* de ArcCatalog, dentro de la *carpeta 2*, y optaremos por la opción *shapefile* (figura 1.49).

Una vez hayamos definido el archivo tendremos la posibilidad de asignar el sistema de coordenadas y proyección del mismo mediante la opción de *Edición (Edit)*. Las opciones que tendremos serán las de *importar (import)* el sistema y proyección de una capa ya existente o *seleccionar (select)* alguno de los que el programa nos proporciona. Además, siempre existe la posibilidad de que el usuario cree uno *nuevo (new)*, como se puede ver en las figuras 1.50 y 1.51.

Figura 1.49. Creación de un *shape* desde ArcCatalog.Figura 1.50. Creación de un *shape* desde ArcCatalog.

Nosotros procedemos en este ejemplo a importarlo desde el tema *munis_pob.shp* que se ubica en la *carpeta 2*, para que tenga el mismo sistema de coordenadas que el de esa capa con los municipios de Galicia.

Figura 1.51. Asignación de coordenadas al nuevo *shapefile*.Figura 1.52. Importar coordenadas al nuevo *shapefile* desde otro ya existente.

Una vez marcada la capa de referencia que nos interesa obtendremos la siguiente salida (figura 1.53):

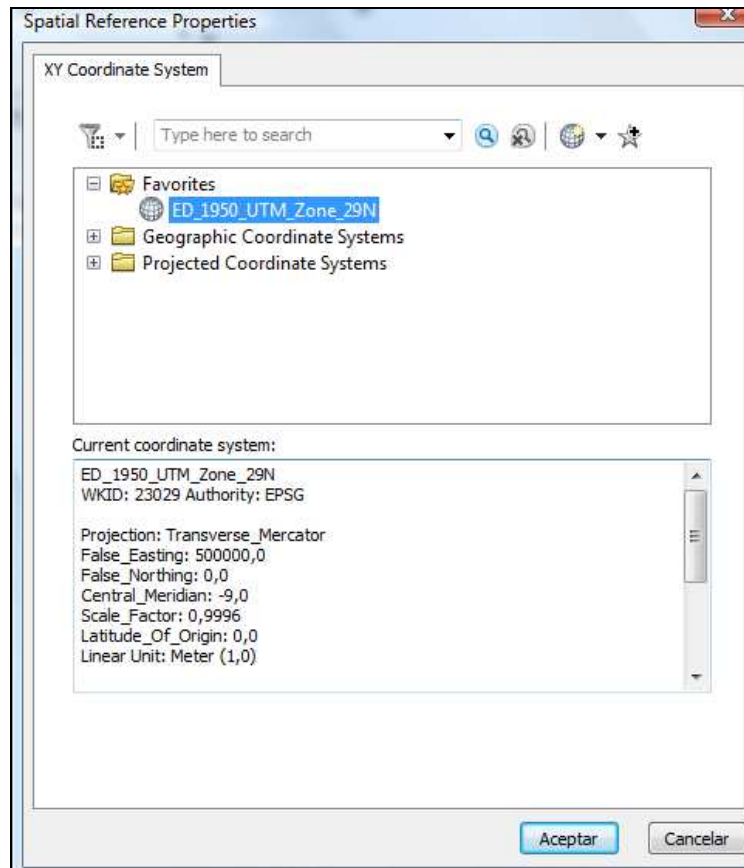


Figura 1.53. Asignación del sistema de coordenadas al nuevo *shapefile*.

Cuando aceptamos, el *shape* estará creado y con ese sistema de referencia (con esas coordenadas espaciales), aunque de momento no tiene información espacial ni alfanumérica asociada (podemos comprobarlo si pulsamos en la pestaña *preview*), aspecto que se verá en un momento más avanzado de este curso de SIG.

Finalizamos este primer capítulo con un segundo ejercicio para que se pueda comprobar el dominio de los aspectos transmitidos sobre *ArcCatalog*. La información digital para su realización se encuentra en el directorio *C:\fundamentos_SIG*

Ejercicio 2.

Trabajando con ArcCatalog

1.-Visualizar la simbología empleada en los ficheros del directorio de trabajo y utilización de las herramientas de exploración de *ArcCatalog*:

- Habilitar una conexión a la carpeta que contiene los datos de trabajo (*fundamentos_SIG/AC_ejercicio2*)

- Activar la pestaña de previsualización e indicar los tipos de ficheros que contiene.

- Ir visualizando uno a uno (*preview*) los ficheros que contiene la carpeta: ¿de qué color aparece cada tipo de información vectorial en la visualización en la opción *preview* (puntos, líneas y polígonos)?

- Emplear la herramienta zoom para visualizar de mayor tamaño los viales del centro del municipio de móstoles (*mostiecm.shp*). Después de hacerlo, volver a la extensión inicial de la imagen empleando la herramienta *Full Extent*.

2.- Generar vistas en miniatura (*thumbnails*) para los ficheros que no las tengan creadas previamente:

- En esta misma carpeta en la que estamos trabajando (*fundamentos_SIG/AC_ejercicio2*) pulsar sobre el icono de vistas reducidas (*thumbnails*) en la barra de herramientas.

- Visualizar los contenidos de la carpeta (como se puede comprobar algunos de los temas tienen creadas las vistas en miniatura e otras no).

- Crear las vistas en miniatura (*thumbnails*) en aquellos temas que non las tengan creadas. Activar a continuación la pestaña *Contents* para ver el resultado.

3.-Modificar la fuente y el color de selección de las variables en la tabla de atributos del fichero que representa las comunidades autónomas españolas.

4.-Buscar todos los tramos viarios de la calle “Dalia” dentro del municipio de Móstoles (fichero: *mostiecm.shp*, que contiene la información espacial sobre los viales de móstoles) con la herramienta *FIND*. ¿Cuántos tramos se pueden encontrar?

2.Comenzando con ArcMap

Para comenzar a trabajar con *ArcMap* debemos empezar familiarizándonos con el entorno de trabajo, conocer las herramientas básicas de visualización y aprender a abrir y cerrar documentos.

Un documento de *ArcMap* es un mapa o conjunto de mapas ya existentes (también llamado proyecto), creado por el usuario o cedido por un tercero. Se trata de un archivo con la extensión *.mxd* y que, a diferencia de otros tipos de archivos que utilizan diferentes programas y que contienen toda la información que manejan en su interior, solo almacena texto. Ese texto, lo que le informa a *ArcMap* es donde están ubicadas las diferentes capas de información, imágenes, etc., que está utilizando. Es decir, que si en ese proyecto *ArcMap* está utilizando una capa de Galicia que tenemos guardada en nuestro disco duro (c:\) y una imagen de satélite que tenemos en un disco duro externo (d:\), cuando el sistema quiera enseñarnos esa información la irá a buscar a c:\ y a d:\, eso quiere decir que si nosotros queremos emplear ese documento de *ArcMap* en otro ordenador diferente al que ha sido creado buscará la información en esos directorios y si no hemos tenido la precaución de situarlos en esas mismas ubicaciones, no podrá mostrarnos la información que le hemos indicado.

Esto es un aspecto a tener muy en cuenta y que suele ser la desesperación de no pocos principiantes: creer que el archivo *.mxd* almacena toda la información como lo puede hacer un archivo de cualquier procesador de texto o de tipo *pdf*.

Hecha esta advertencia, vamos a comenzar por ver cómo podemos abrir y cerrar documentos cartográficos ya existentes:

1.-Arrancando el programa desde el acceso directo de nuestro escritorio o desde el menú *inicio/programas/ArcGis/ArcMap 10*: nos aparece una ventana donde nos indica si queremos abrir un mapa existente, o abrir uno nuevo en blanco o creándolo desde una plantilla.

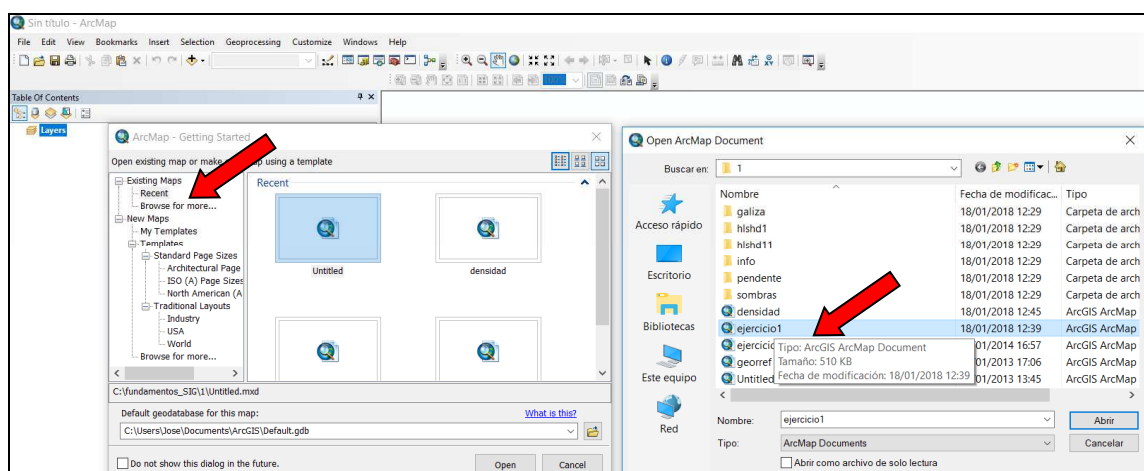


Figura 2.1. Ventana de inicio en *ArcMap*, para abrir un mapa existente.

Debemos indicarle en este caso que queremos abrir un mapa existente (*an existing map*), y si no nos aparece directamente (si lo hemos usado recientemente aparecerá ya en la lista que nos muestra), deberemos navegar hasta el directorio donde esté ubicado (*browse for more...*) (ver figura 2.1). En el ejemplo, se va a proceder a abrir el archivo *ejercicio1.mxd*, que se encuentra en el directorio 1 de *C:\fundamentos_SIG*.

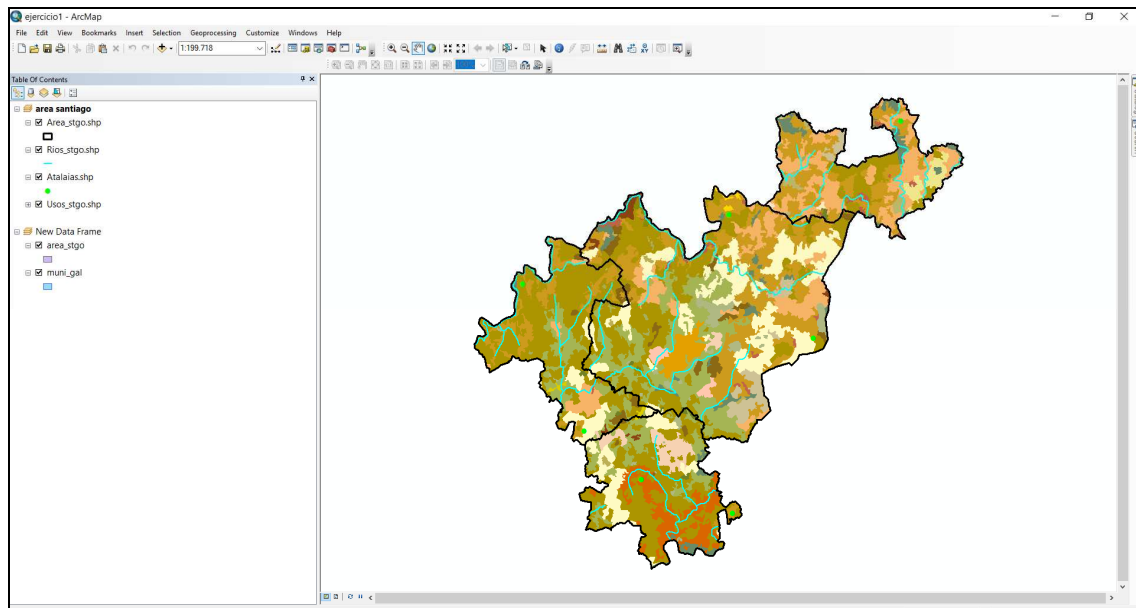


Figura 2.2. Ejercicio1.mxd una vez abierto.

2.-Utilizando el menú *File/open* (*Archivo/abrir*) si el programa *ArcMap* ya está en uso. Una vez señalada esta opción tendremos que navegar hasta el directorio donde se encuentra el archivo que queremos abrir.

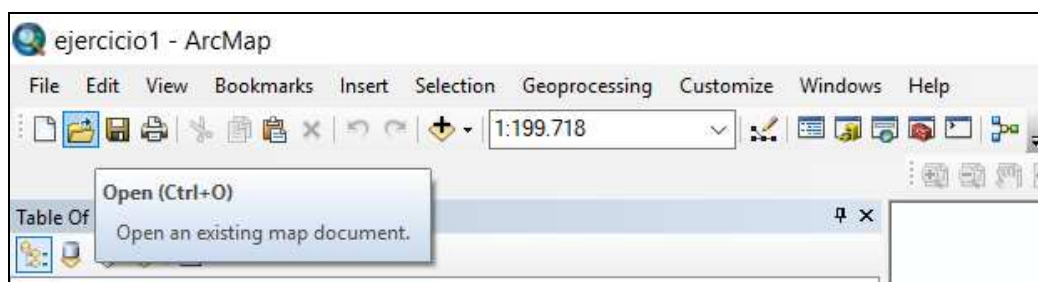


Figura 2.3. Apertura de mapa desde el menú *File* (*archivo*).

3.-Abrir el archivo buscándolo en *ArcCatalog*, haciendo doble clic sobre el mismo.

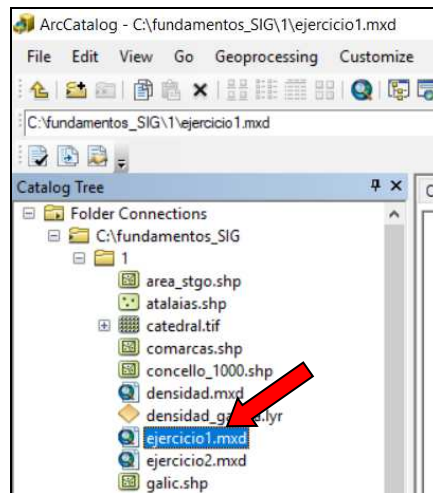


Figura 2.4. Apertura de mapa desde ArcCatalog.

Para guardar las modificaciones que vayamos haciendo debemos utilizar el men *File/save* (*Archivo/guardar*).

Elementos en el entorno de trabajo de ArcMap

Cuando abrimos ArcMap, el espacio de trabajo que nos aparece está formado por diferentes elementos:

- Barra de título, que es donde aparecerá el nombre del documento (en este caso ejercicio1, pero si no tiene nombre, porque estamos con un mapa nuevo y aún no lo hemos guardado, su denominación por defecto será *Untitled* (sin título).



Figura 2.5. Barra de título.

- Barra de menús, en la que se sitúan diferentes opciones desplegables, para trabajar con diferentes aspectos del programa.

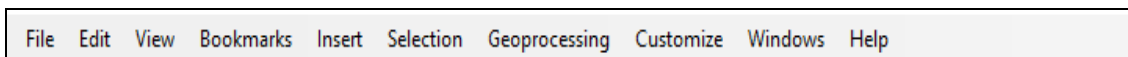


Figura 2.6. Barra de menús.

- Barra de herramientas, en la que se sitúan diferentes iconos que dan acceso a diferentes herramientas. Inicialmente solo está disponible la “*standard*”, pero se pueden añadir más con el menú *Customize/toolbars* (*Personalizar/ barras de herramientas*), o haciendo clic con el botón derecho del ratón en la parte final donde acaban los menús desplegables.

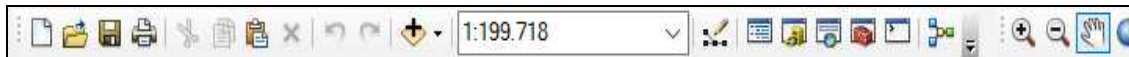


Figura 2.7. Barra de herramientas.

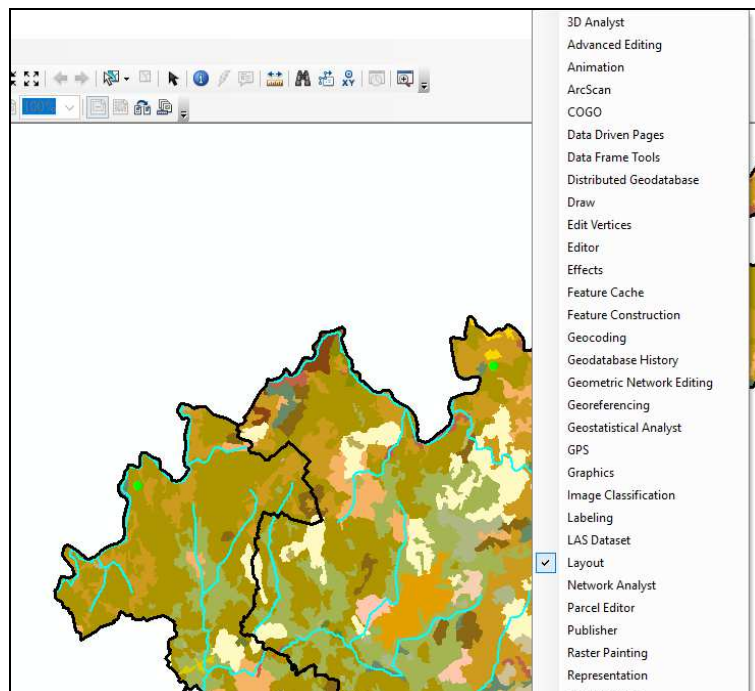


Figura 2.8. Barra de herramientas existentes, visualización con el botón derecho del ratón sobre la barra de menús.

-Tabla de contenidos, en ella se nos muestran las capas existentes en el mapa que se está visualizando

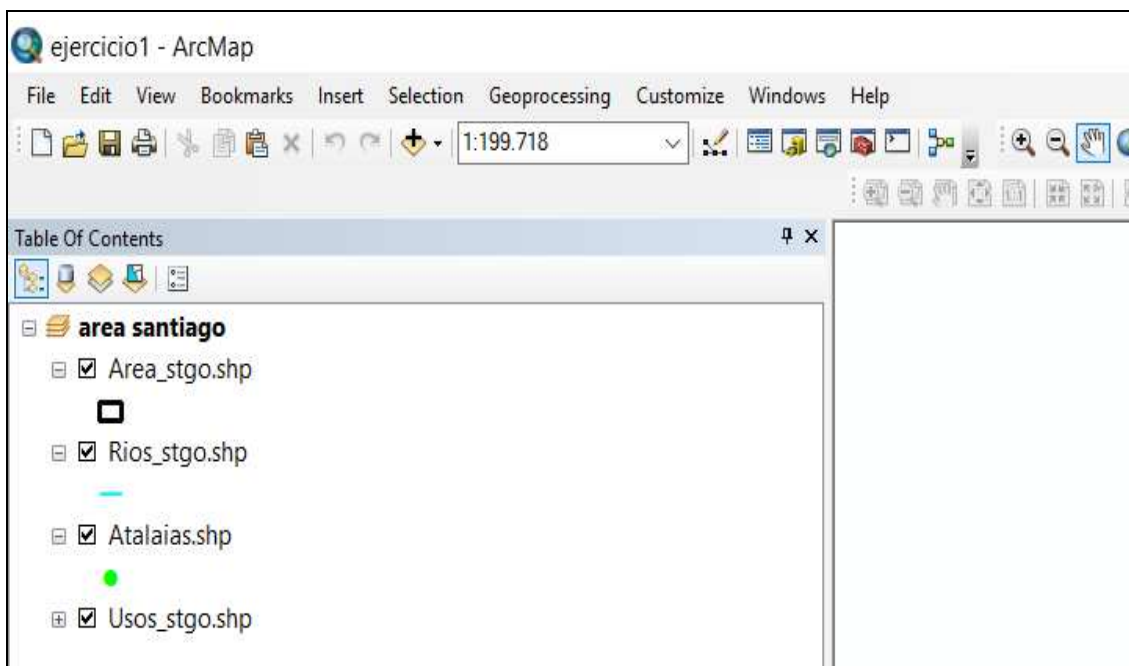


Figura 2.9. Tabla de contenidos.

-Ventana del mapa, en ella se nos muestran las capas existentes en el mapa que se está visualizando

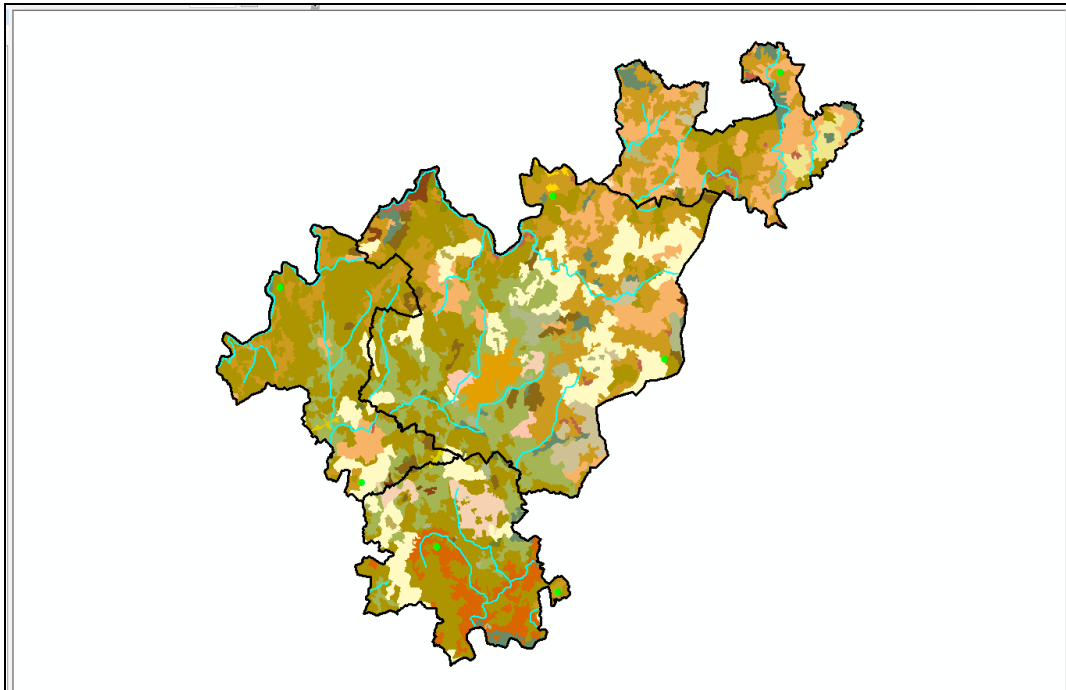


Figura 2.10. Ventana del mapa.

La tabla de contenidos

En la tabla de contenidos vamos a encontrar las capas de información que están representadas en el mapa e información sobre su tipo, ubicación, orden de dibujo, etc. El icono con el que aparecen representadas ya nos informa sobre si la capa es vectorial, RASTER, de tipo imagen, etc. (puntos, líneas, polígonos, RASTER, cad, imagen, etc.). En la figura 2.9 podemos ver como se representa una capa vectorial de tipo poligonal (aparece con un rectángulo, en concreto la denominada *area_stgo.shp*), otra de tipo lineal (aparece con una línea, *rios_stgo.shp*) y una tercera de tipo puntual (*atalaias.shp*, que tiene asociado un punto como podemos ver en la figura).

En la figura 2.11 podemos apreciar los diferentes tipos de capas e imágenes que pueden ser trabajadas con *ArcMap* y los correspondientes iconos con los que serán visualizadas en la tabla de contenidos. Sobre ellos iremos haciendo indicaciones según vayamos avanzando en este manual. Sirvan ahora para familiarizarnos con ellos y poder saber qué tipo de información es la que podemos cargar en *Arcmap* cuando visualicemos los iconos correspondientes.

Volviendo a la tabla de contenidos, si nos fijamos en una serie de iconos que aparecen en su parte superior, en función de cuál de ellos esté activo, se nos estará ofreciendo una posibilidad diferente de visualización (figura 2.12).






Nombre	Tipo	Dataset	Layer
Shapefile	punto		
	línea		
	polígono		
Cobertura	cobertura		
	Anotación		
	arco		
	punto		
	polígono		
Grid			
Tin			
Geodatabase			

Figura 2.11. Iconos que utiliza ArcGis para los diferentes tipos de archivos y capas con los que puede trabajar.

-List by drawing order (*Lista por orden de dibujo*): se nos muestran las capas de acuerdo con el orden en el que fueron cargadas

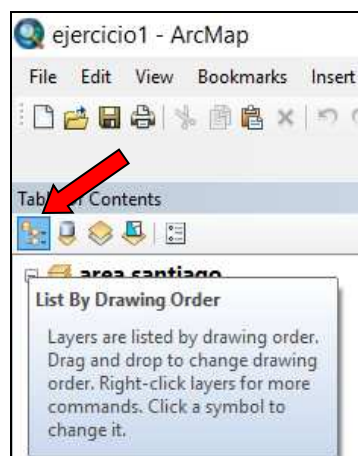


Figura 2.12. Iconos que habilitan diferentes posibilidades de visualización de los contenidos.

-*List by source (Lista por fuente)*: señala la ruta donde están guardadas las diferentes capas.

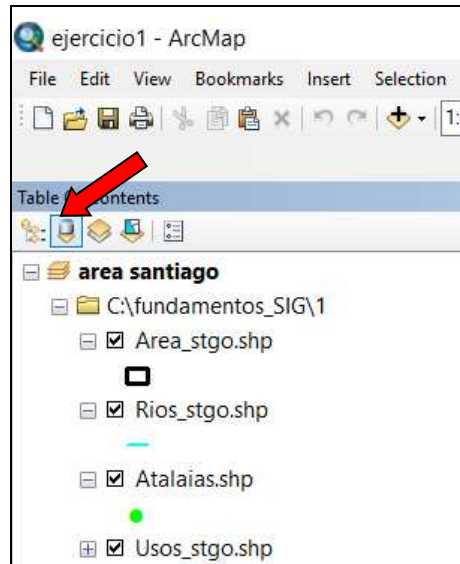


Figura 2.13. Iconos que habilita la visión de la fuente de las capas.

-*List by visibility (Lista por visibilidad)*: nos permite visualizar si las capas están visibles o no, aparece un icono a la derecha que nos muestra que la capa es visible si su color es azul y que no es visible si su color es gris difuminado.

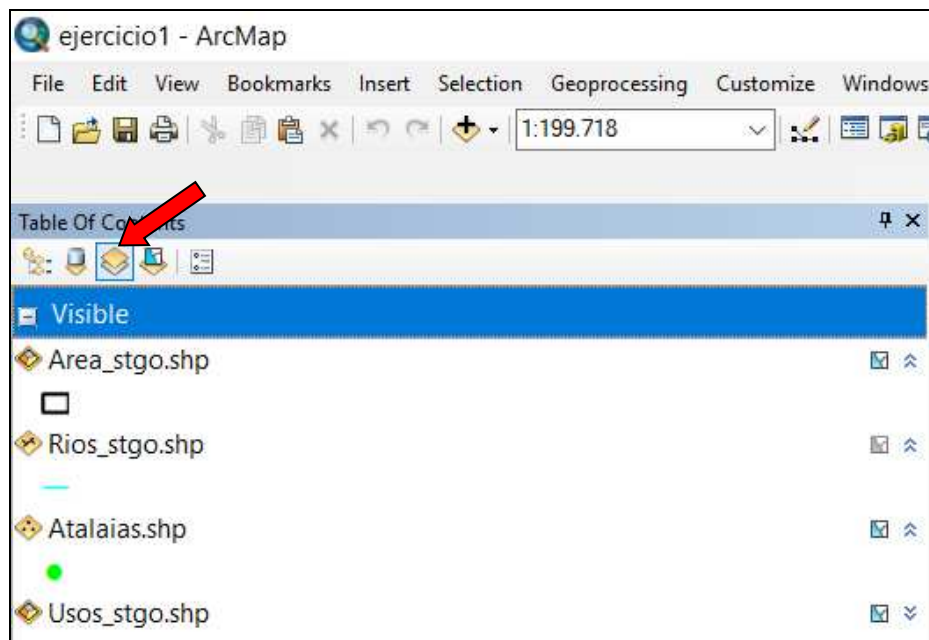


Figura 2.14. Icono de visibilidad de las capas

-*List by selection (Lista por seleccionabilidad)*: en este caso permite visualizar que capas son seleccionables o no, y habilitar y deshabilitar la seleccionabilidad de

cada capa (haciendo clic sobre el primero de los iconos que nos aparecen en la parte derecha). En la parte derecha, el segundo de los iconos nos indica si alguno de los elementos de una capa está seleccionado, y a ese icono acompaña un número que indica el número de elementos seleccionados (0 si no hay ninguno, y el icono aparece en esta situación en gris difuminado, en azul si hay algo seleccionado).

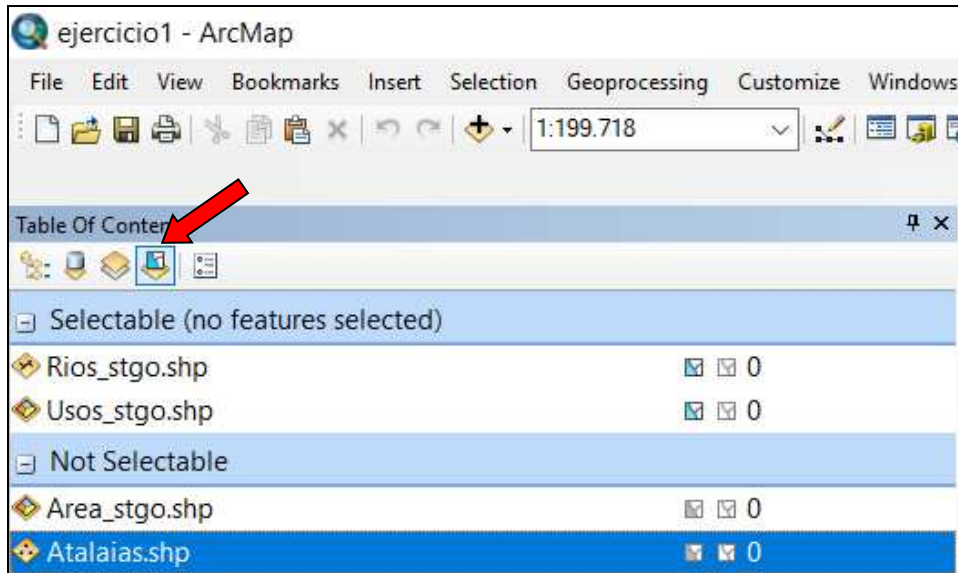


Figura 2.15. Lista por capas seleccionables o no seleccionables.

-*Options (opciones)*: nos permite modificar la apariencia de como visualizamos las capas en la tabla de contenidos.

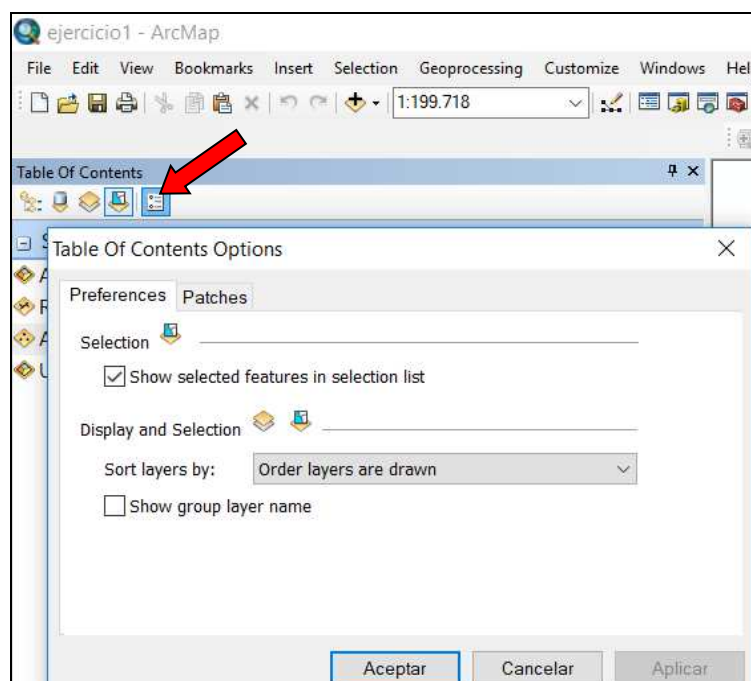


Figura 2.16. Icono de opciones de la tabla de contenidos.

En el caso de la lista por orden de dibujo (*List by drawing order*) podemos cambiar el orden de las capas en la tabla de contenidos. Esto implica que las reordenamos también en la ventana del mapa, es decir, en función de cómo dispongamos las capas podrían quedar no visibles, aunque estén en el espacio de trabajo. Eso no debe confundirse con la visibilidad de las capas, pues como acabamos de ver podemos ponerlas en estado visible o no visible en el caso de la lista por visibilidad. En la lista por orden de dibujo podemos dejar una capa que ocupe más espacio (por ejemplo, municipios) por encima de otra de menor extensión (por ejemplo, un tema puntual que se denomine miradores y sean sólo 3 puntos situados en 3 municipios). Al ser una capa opaca la de municipios y situarse por encima, impide la visión de los miradores, pero estos siguen estando visibles y en el espacio de trabajo. Si quisiésemos visualizar ambas capas al mismo tiempo tendríamos que poner en la parte inferior de la tabla de contenidos la de municipios, de manera que los tres puntos de la capa miradores quedarían por encima de ella. Otra manera sería, independientemente de donde esté situada cada una de las capas, poner transparente la capa de municipios (es decir sin relleno, sin color), de modo que permitiría visualizar lo que tuviese por debajo. Esto aprenderemos a hacerlo unas páginas más adelante.

Organización de las capas en marcos o conjuntos

Se pueden tener conjuntos separados para organizar los datos que quieren visualizarse y operar con ellos de forma individualizada. A esos marcos de datos *ArcGis* los denomina *Data Frame*.

Al abrir un mapa nuevo, siempre hay un *data frame* (*marco de datos*) visible en la tabla de contenidos al que el programa denomina *Layers* (*capas*).

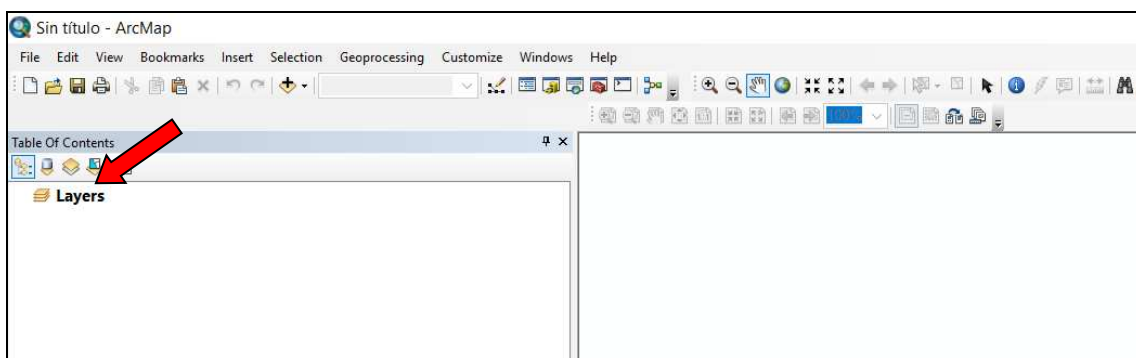


Figura 2.17. Marco de datos (layers)

Pero, lógicamente, ese nombre por defecto puede cambiarse. En la figura 2.18 vemos como uno de los marcos de datos del documento *ejercicio1* (tiene 2) ya tiene un nombre (*área santiago*), y vamos a proceder a cambiárselo al segundo (que se denomina *new data frame*).

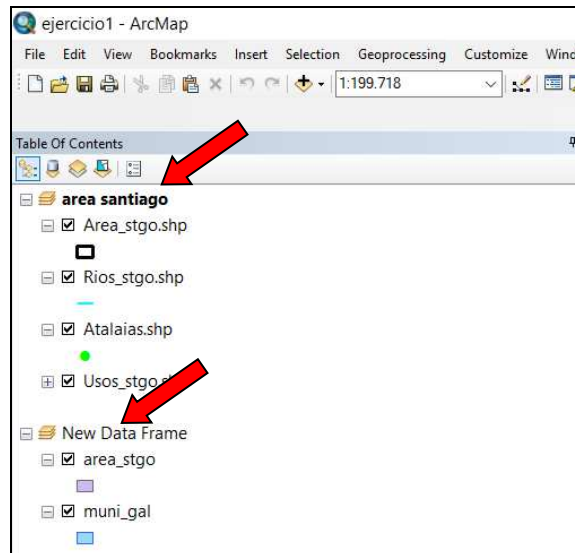


Figura 2.18. Denominaciones de los marcos de datos

Para modificar el nombre del marco de datos debemos hacer clic con el botón derecho del ratón sobre el mismo (sobre su nombre), y en la ventana *properties* (*propiedades*) que se nos abre, escoger la opción *general* (*general*), y dentro de ella manipular el apartado *name* (*nombre*).

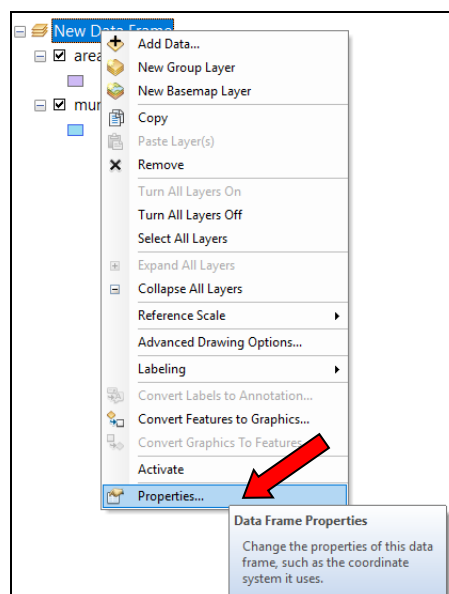


Figura 2.19a. Propiedades del data frame

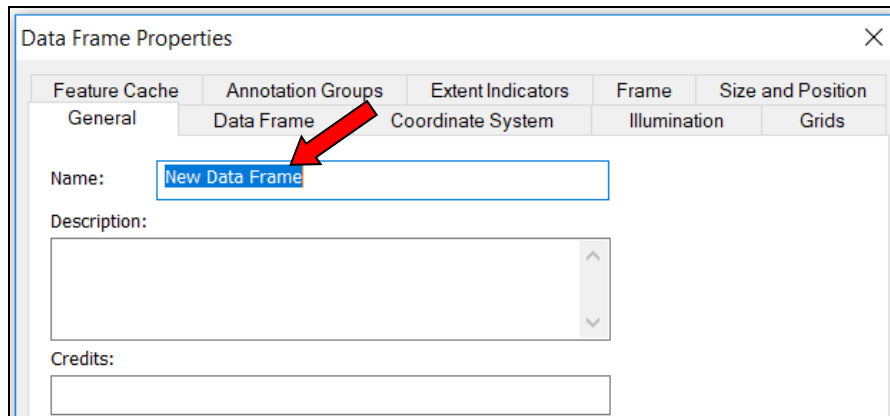


Figura 2.19b. Cambio de nombre del data frame

De todos modos, debemos tener presente, que en la mayor parte de los documentos de *Arcmap* se trabaja con un solo marco de datos.

Si tenemos más de un marco de datos, sólo podremos ver y trabajar con uno. Con el que estamos trabajando es el que está activo, y tendrá su nombre en negrita (ver figura 2.18, el que está activo en ese caso es *área santiago*). En esta situación sólo se podrá trabajar con las capas que forman parte de ese marco de datos.

Para activar un *data frame* debemos hacer clic sobre su nombre con el botón derecho y escoger la opción *activate*.

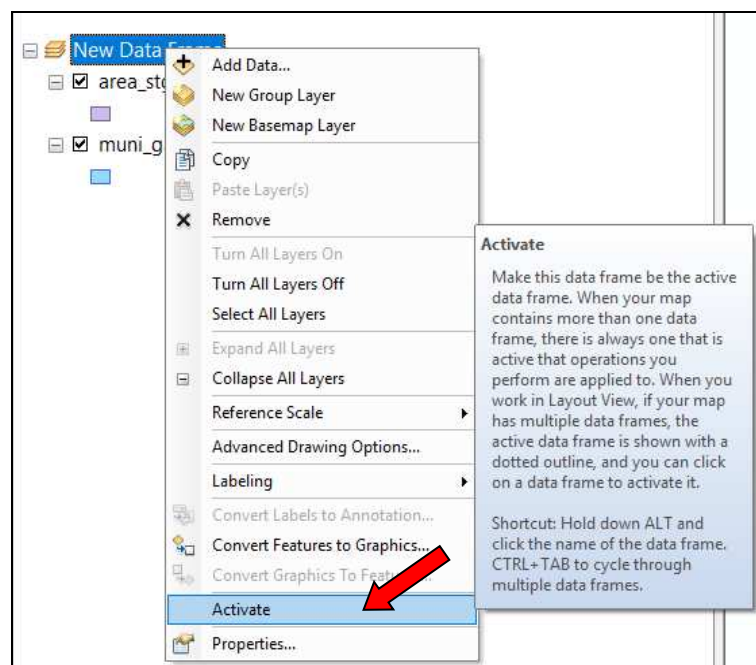


Figura 2.20. Activación de un data frame

Visualización de las capas en un mapa o en una composición de mapa

Hasta este momento hemos estado viendo las capas de información en un mapa, pero también se pueden visualizar en una composición de mapa (es decir, en un mapa elaborado, con su leyenda, escala, título, etc.). Para obtener una u otra visualización debemos pulsar sobre uno de los dos iconos situados en la parte inferior izquierda de la ventana de mapas: *data view* (*vista de datos*) y *layout view* (*vista de diseño*). Ambas opciones están también disponibles en el menú *View* de la barra de menús.

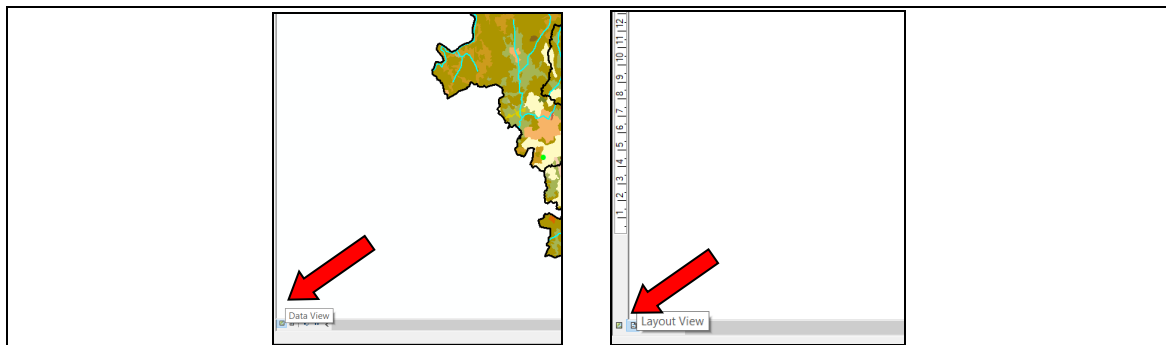


Figura 2.21. *Data view* y *Layout view*

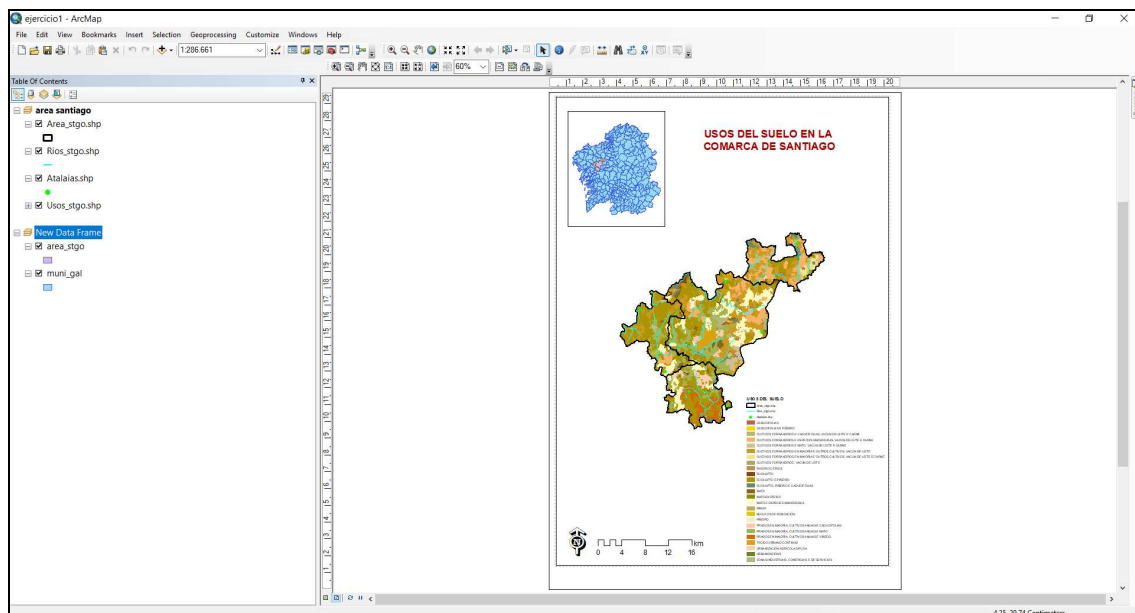


Figura 2.22. *Visualización en Layout view*

Cambios de escala y de encuadre en las capas de un mapa

ArcMap dispone de varias posibilidades para realizar cambios de escala, con una amplia serie de herramientas para ello (figura 2.23): *zoom in* (*aumento*) (1), *zoom out* (*disminución*) (2), *fixed zoom in* (*aumento fijo*) (5), *fixed zoom out* (*disminución fija*) (6), *go back to previos extent* (*volver a la extensión previa*) (7), *go to next extent* (*ir a la extensión siguiente*) (8), *full extent* (*extensión completa de la vista: nos muestra la*

extensión completa del mapa que estamos representando) (4). Todas estas herramientas para el cambio de escala están disponibles en los iconos de la barra de herramientas *Tools* (*herramientas*).

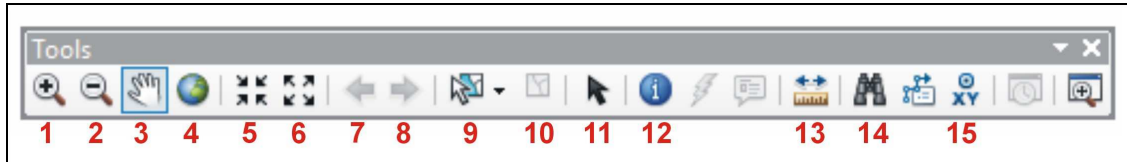


Figura 2.23. Iconos de la barra de herramientas *Tools*.

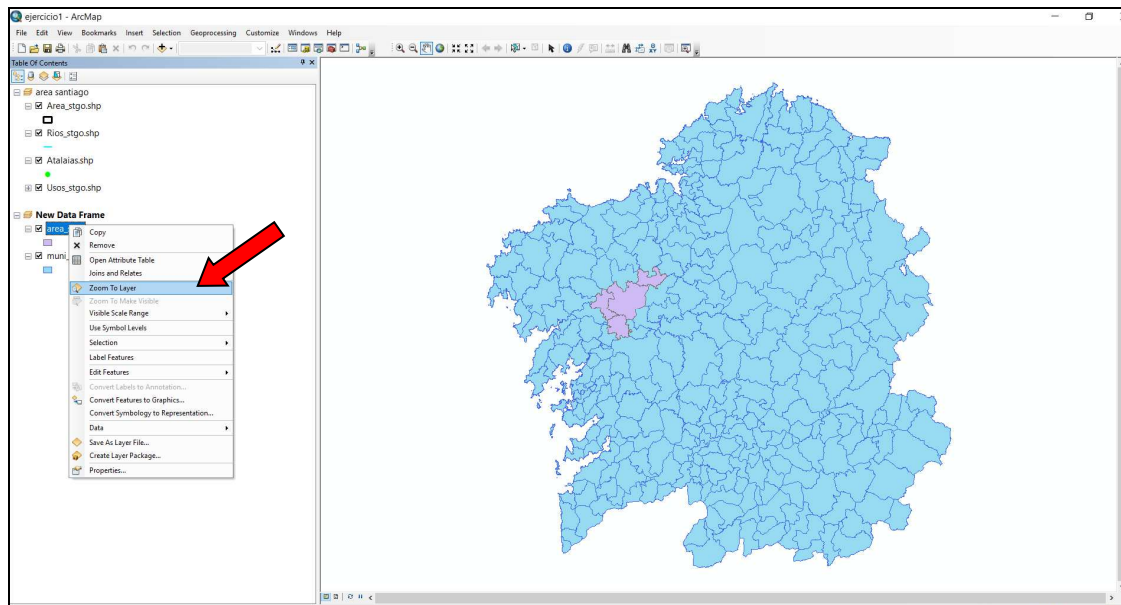


Figura 2.24. *Zoom to layer*

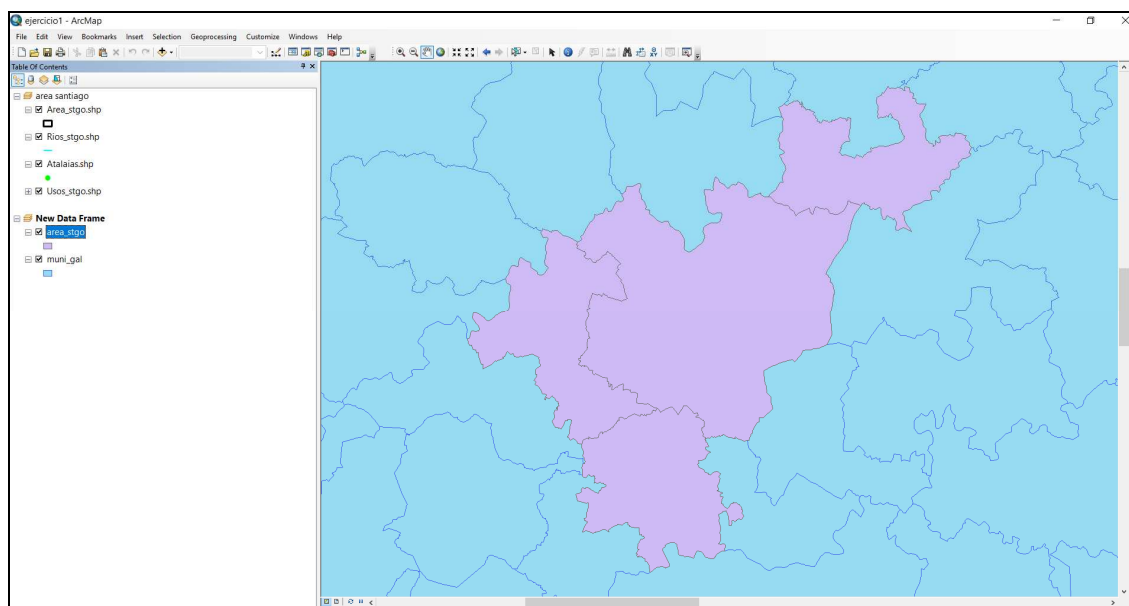


Figura 2.25. Resultado de la aplicación del *zoom to layer*.

Existe, además, otra posibilidad de cambio de escala, la denominada escala ajustada a capa o capas seleccionadas (figuras 2.24 y 2.25). En este caso, en primer lugar, debemos seleccionar la capa (haciendo clic sobre su título en la tabla de contenidos) que queramos aumentar de tamaño (*ArcMap* la ajustará al tamaño de la ventana de mapas, para que ocupe el máximo espacio posible en ella), y posteriormente hacer clic con el botón derecho del ratón sobre ella, escogiendo la opción *zoom to layer* (zoom a la capa).

Al realizar una disminución de escala (aumento de tamaño del mapa) el espacio representado puede requerir que nos movamos por él para visualizar los espacios contiguos. Eso se puede realizar con la herramienta panorámica (*pan*), que pulsando sobre un área determinada y manteniendo pulsado el ratón, nos permite movernos hacia donde queramos del mapa e irá cargando y visualizando los espacios que quedaban fuera del encuadre original (figura 2.23, icono numerado con el número 3).

Marcadores espaciales (*Bookmarks*)

ArcMap nos permite hacer marcadores espaciales (guardar una vista determinada, con una escala determinada y centrada en el lugar donde queramos) para recuperarlos en el momento en el que los necesitemos.

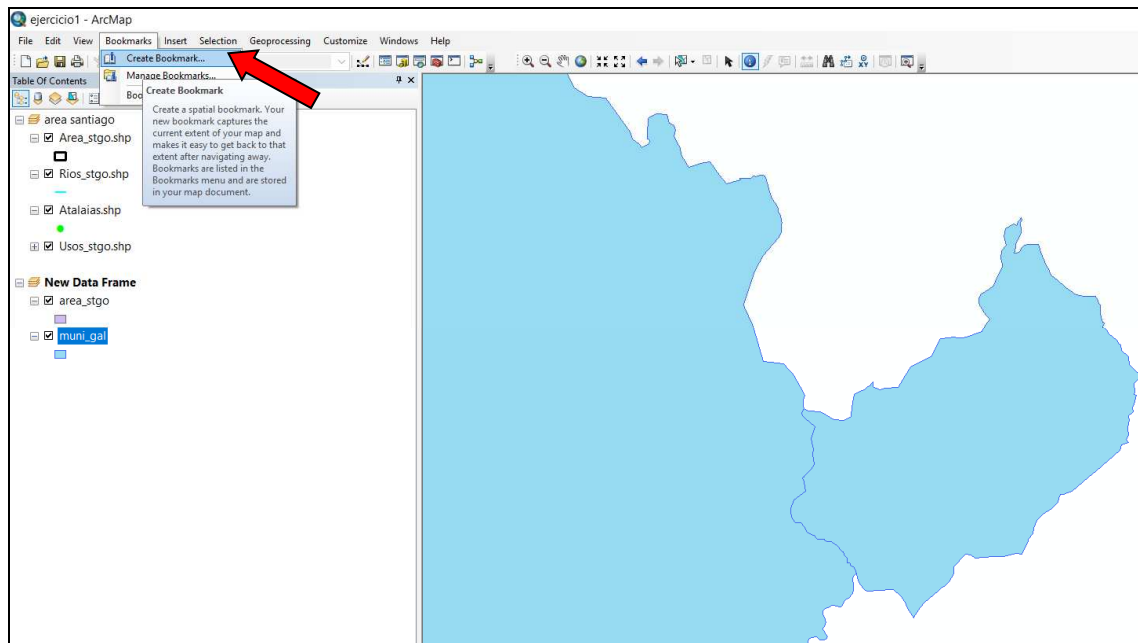


Figura 2.26. Crear marcadores espaciales.

Para crear un marcador espacial debemos ir al menú *Bookmarks* (*marcadores*) y escoger la opción *create bookmarks* (*crear marcadores*). En el ejemplo de la figura 2.26, antes de crear el marcador hacemos un zoom sobre el municipio oriental de Negueira de Muñiz (capa *muni_gal.shp*, del documento *ejercicio1.mxd*, situado en la carpeta 1 del directorio *C:\fundamentos_SIG*). Una vez que tenemos ese municipio aumentado y centrado en la vista hacemos el marcador espacial, poniéndole el nombre del municipio.

De este modo cuando necesitemos volver a esa vista, con recurrir al menú marcadores (*bookmarks*), en el desplegable, ya nos aparecerán todos los marcadores que hayamos creado, y pulsando sobre el que nos interese nos llevará a la vista en cuestión de manera inmediata (figura 2.27). En el mismo menú tenemos también el *administrador de marcadores* (*manage bookmarks*), que nos permite borrarlos, resituarlos en el menú, guardarlos, etc. (figura 2.27).

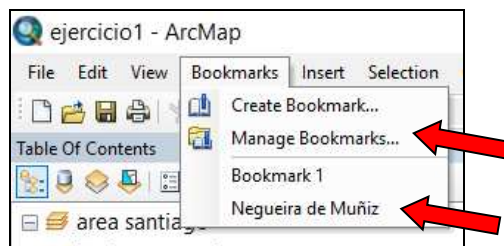


Figura 2.27. Marcador espacial ya creado y administrador de marcadores.

Identificar (*Identify*)

Esta herramienta sirve para identificar elementos espaciales y nos muestra cuando la usamos todos los registros que hacen referencia a ese elemento en la base de datos asociada. El icono que habilita esta opción lo podemos ver en la figura 2.23, señalado con el número 12.

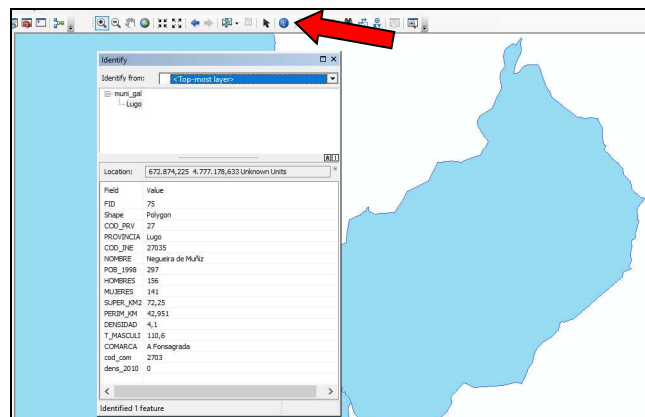


Figura 2.28. Herramienta identificar.

Si utilizamos del ejemplo anterior el marcador espacial de Negueira de Muñiz, podemos usar la herramienta, una vez habilitada, pulsando sobre el municipio en cuestión, devolviéndonos el sistema toda la información asociada a dicho municipio (figura 2.28).

Magnifier (lupa) y overview (visión de conjunto)

Estas dos herramientas nos permiten tener una lupa en el caso del *magnifier* (con aumentos del 100 al 1000 % de la zona en la que estemos situados), que amplía exactamente lo que queda debajo de la ventana que se nos muestra (figura 2.30); o una visión de conjunto en el caso del *overview* (esta es muy útil para hacernos una idea de donde estamos situados cuando trabajamos en un mapa con una gran extensión de territorio y en ese momento estamos ubicados en una escala media o microescala, que puede hacer que no tengamos muy claro el lugar exacto donde nos hallamos en el conjunto del área de trabajo) (figura 2.30). Para habilitarlas tenemos que acudir al menú Windows (figura 2.29)

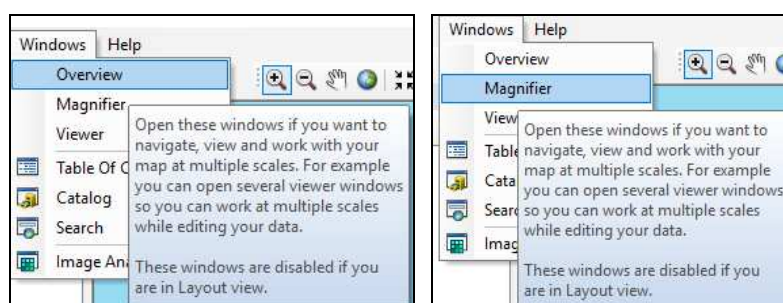


Figura 2.29. Herramientas *Overview* y *Magnifier*.

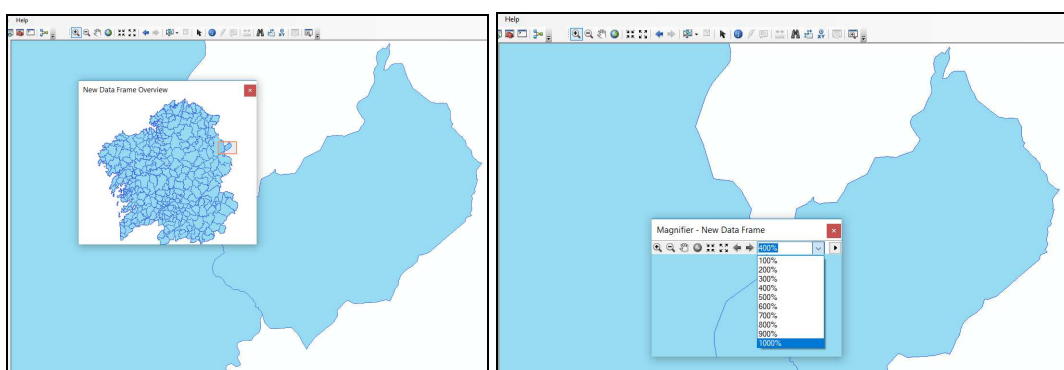


Figura 2.30. Resultado de la aplicación de las herramientas *Overview* y *Magnifier*.

Encontrar (find)

Esta herramienta busca un elemento espacial en la base de datos y nos lo resalta en el mapa, centrándolo en el área de trabajo, para que podamos localizarlo fácilmente (podemos ver su icono en la figura 2.23, nº 14).

Podemos ver su funcionamiento en el *ejercicio1.mxd* con la capa *atalaias.shp*. Si pulsamos sobre la herramienta y ponemos el nombre de una de las atalayas, Ames, nos devuelve la siguiente información (figura 2.31):

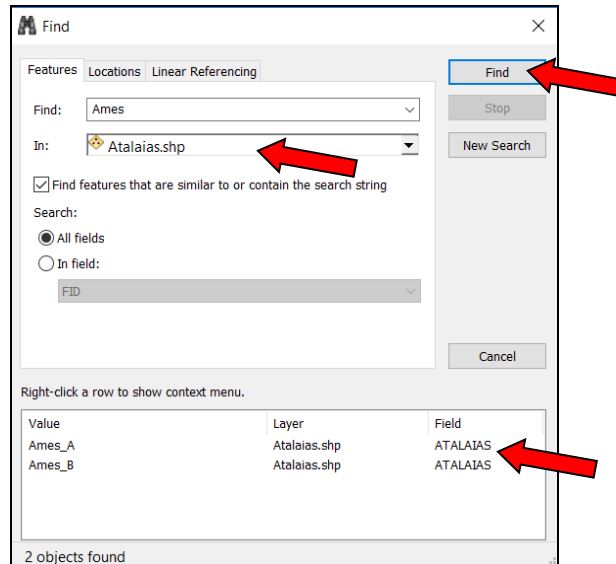


Figura 2.31. Búsqueda de un elemento con la herramienta *Find*.

Como podemos apreciar, en este caso nos indica que dos registros de la base de datos tienen ese nombre, solo que ampliado: Ames_A y Ames_B. Ahora tendremos que hacer doble clic sobre el que nos interese (en este caso Ames_A) y nos centrará en nuestro espacio de trabajo, indicándonos además el lugar donde se encuentra mediante una especie de zoom momentáneo (figura 2.32).

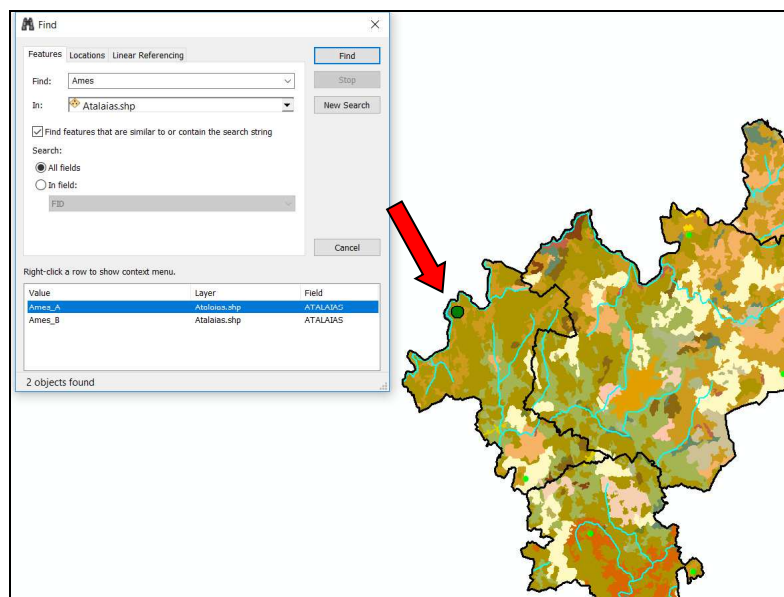


Figura 2.32. Localización de un elemento con la herramienta *Find*.

Ir a XY (*Go to XY*)

Si disponemos de unas coordenadas concretas y queremos localizar en el mapa ese punto, podemos introducirlas tras seleccionar la herramienta correspondiente (figura 2.23, nº 15). En el mismo ejemplo del anterior apartado, vamos a buscar una de las atalayas de las que tenemos sus coordenadas UTM (x: 541.123; y: 4.736.531). Las introducimos en la ventana que se nos abre tras seleccionar la herramienta *Go to XY* y pulsamos *intro* en el teclado. Lo que hace *ArcMap* es cambiarnos las coordenadas (mejor dicho, las completa), introduciendo al final de las mismas minutos y segundos, así como Este y Norte (a la longitud y latitud, respectivamente) y nos centra la atalaya que hemos buscado en la vista, al igual que sucedió en el apartado anterior con la herramienta *Find* (figura 2.33).

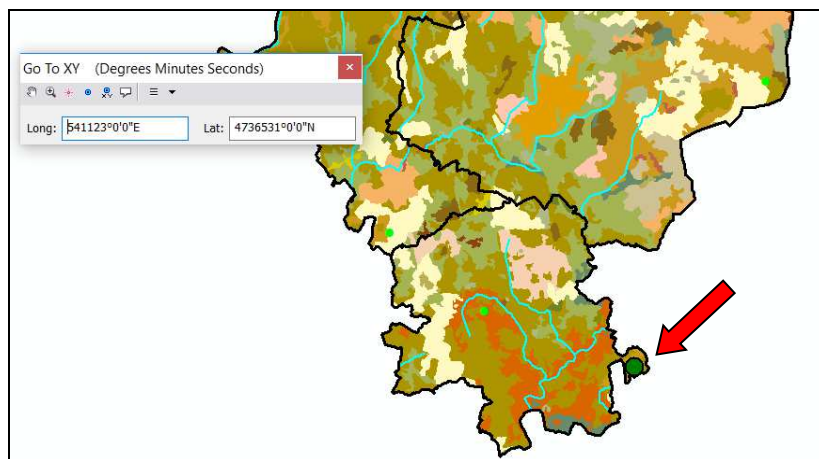


Figura 2.33. Localización de un elemento con la herramienta *Go to XY*.

Medir (*Measure*)

Otra de las posibilidades presentes en la barra "*Herramientas*" (*Tools*) es la de medir distancias de manera simple, haciendo clic en el punto de inicio y en el final, pudiendo también hacer todos los segmentos que estimemos oportunos para ir midiendo varias distancias. Es la herramienta medir (*measure*), cuyo icono representa una regla (figura 2.23, nº 13).

Nos permite hacer diferentes tipos de mediciones: ya que podemos medir líneas rectas, el área y perímetro de un polígono que nosotros dibujemos o el área y perímetro de un elemento espacial (*feature*) ya existente. En el cuadro donde definimos que tipo de medición queremos hacer también nos indica la medida una vez efectuada (figura 2.34). En esa misma ventana también podemos habilitar en el último de los menús (señalado con una X, como podemos ver en la figura 2.34), el tipo de medición: plana (*planar*), geodésica (*geodesic*), loxodrométrica (*loxodrome*) o gran elíptica (*great elliptic*). Si la habilitamos y medimos por ejemplo la distancia entre las

atalayas situadas más al norte y más al sur del área que ocupa el ejercicio1.mxd, vemos lo siguiente (figura 2.34):

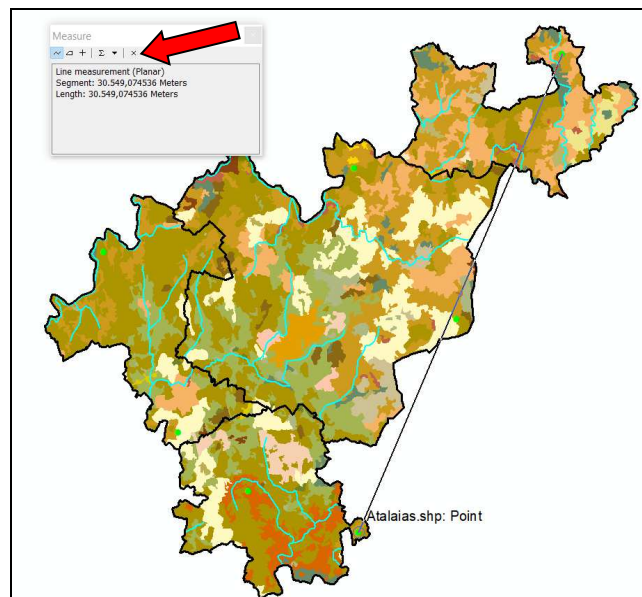


Figura 2.34. Utilización de la herramienta Medir (*Measure*).

Seleccionar elemento (*select feature*)

Cuando estamos trabajando con una capa que cuenta con más de un elemento espacial (municipios, parcelas, etc.) es frecuente que queramos trabajar sobre alguno de sus elementos espaciales y no todos ellos al mismo tiempo. Para ello podemos seleccionar aquellos con los que hacer un análisis o una consulta espacial determinada. Esta selección podremos hacerla manualmente (como vamos a aprender ahora) o mediante una consulta espacial con el constructor de consultas (*query builder*), como veremos en capítulos posteriores.

Para realizar una selección la herramienta correspondiente se encuentra en la barra de herramientas “*Tools*” (*herramientas*) (figura 2.23, nº 9). Una vez habilitada tan sólo tenemos que pulsar con ella sobre el elemento a seleccionar (por ejemplo, un municipio), o bien sin soltar el botón izquierdo del ratón ir pulsando sobre otros elementos. También podemos hacer un polígono con el ratón (sin soltar el botón izquierdo) y se seleccionarán todos los elementos que quedan dentro del polígono realizado (ahora bien, se seleccionarán, aunque parte de su extensión quede fuera del polígono).

La figura 2.35 nos muestra el resultado de una selección sobre la capa de municipios (*muni_gal.shp*) del *ejercicio1.mxd*. Se trata de cinco municipios seleccionados uno a uno (haciendo clic consecutivamente sobre cada uno de ellos sin soltar el botón izquierdo del ratón). Como se puede apreciar en la figura, aquellos elementos seleccionados aparecen resaltados con un color azul en su contorno.

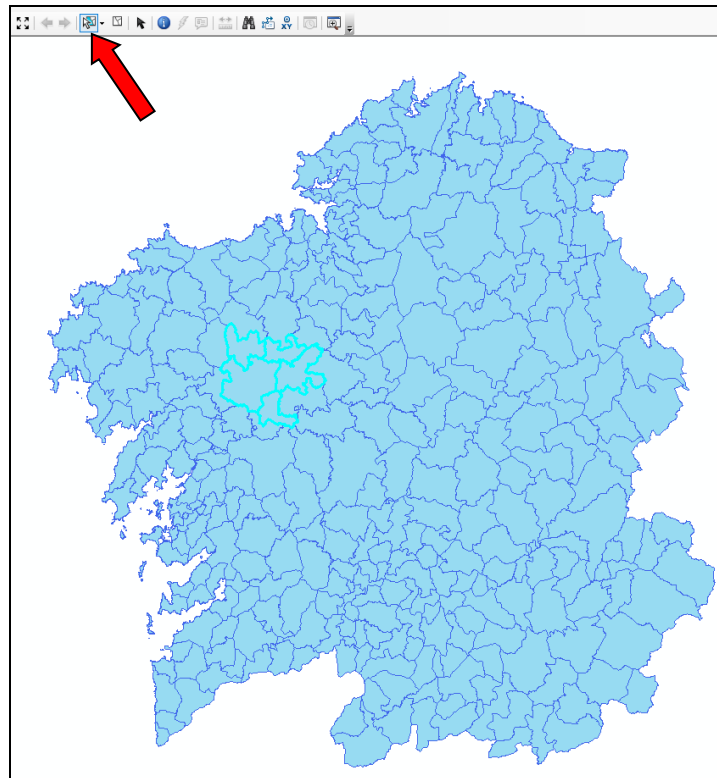


Figura 2.35. Utilización de la herramienta selección (*select*).

Estas selecciones están conectadas con las bases de datos asociadas a la información espacial (no olvidemos que la característica fundamental de un SIG es la interactividad entre la información alfanumérica, que está georreferenciada, y la espacial). De este modo, cualquier selección que hagamos en la información espacial (en el mapa) tendrá su correspondencia en la base de datos asociada y viceversa. De este modo si abrimos la base de datos asociada (botón derecho del ratón sobre el nombre del tema en la tabla de contenidos, menú desplegable *open attribute table*, *abrir tabla de atributos*, figura 2.36) podremos ver como tenemos los cinco registros de esos cinco municipios seleccionados (figura 2.37).

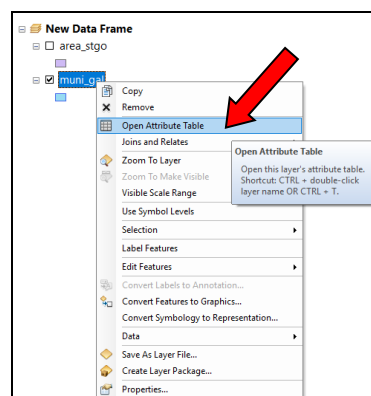


Figura 2.36. Apertura de la tabla de atributos de una capa.

FID	Shape	COD PRV	PROVINCIA	COD INE	NOMBRE	POR 1998	HOMBRES	MUJERES	SUPER KM2	PERIM KM	DENSIDAD	T MASCULI	COMARCA	cod_com	dens_2010
99	Polygon	15	A Coruña	15086	Trazo	3912	1933	1979	101.34	63.628	38.6	97.7	Ondes	1512	0
101	Polygon	15	A Coruña	15060	Oroso	4732	2333	2399	72.03	66.7	65.7	97.2	Ondes	1512	0
109	Polygon	15	A Coruña	15066	Pino, O	5004	2495	2509	131.76	85.569	38	99.4	Arzoia	1501	0
124	Polygon	15	A Coruña	15078	Santiago de Compostela	93584	43972	49612	220.39	93.536	424.5	88.6	Santiago	1514	0
124	Polygon	15	A Coruña	15012	Bouviñón	4275	2108	2167	73.13	54.4	58.5	97.3	Santiago	1514	0

Figura 2.37. Tabla de atributos de la capa muni_gal.shp con 5 registros seleccionados.

Para visualizar sólo los elementos seleccionados debemos, una vez abierta la tabla de atributos, hacer clic en la parte inferior izquierda de la misma sobre el icono de *mostrar los elementos seleccionados (show selected records)*, tal y como podemos ver en la figura 2.38). Si queremos deseleccionar esos elementos seleccionados, utilizaremos la herramienta *deselección o limpiar elementos seleccionados (clear selected features)*, que se encuentra ubicada en la barra de herramientas “Tools” (figura 2.23, nº 10).

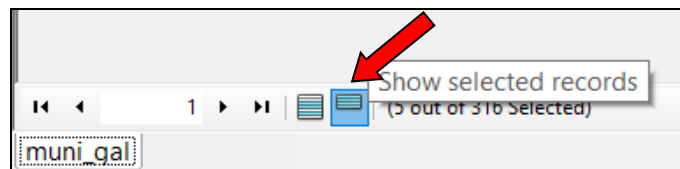


Figura 2.38. Visualización únicamente de los registros seleccionados en una tabla de atributos.

Aquí finalizamos el capítulo referido a las principales herramientas de visualización de la información en *ArcMap*. A continuación, aparece el enunciado del *ejercicio 3*, en el que se practicarán todos los aspectos desarrollados en este capítulo.

Ejercicio 3

“Comenzando con ArcMap”.

- 1.-Abrimos *ArcMap* y cargamos el proyecto *ejercicio2.mxd* ubicado en nuestro directorio de trabajo habitual (C:\fundamentos_SIG).
- 2.-Organizamos las capas para que todas sean visibles al mismo tiempo en nuestro espacio de trabajo (la ventana del mapa).
- 3.-Cambiar el nombre al *Data Frame (layers)* y denominarlo Mapamundi.
- 4.-Visualizamos el mapa consecutivamente en las dos opciones posibles: *Data View (Vista de datos)* y *Layout View (Vista Layout o de composición cartográfica)*.
- 5.-Visualizando el mapa en la opción *Data View* hacemos un zoom a toda la extensión del espacio geográfico que abarca el mapa. ¿Qué herramienta se ha utilizado? (emplear aquella que permita que hagamos lo solicitado con un solo clic al ratón).
- 6.-Hacer un zoom en el que se destaque sólo el tema *ciudades_usa.shp*. Usar la herramienta específica para ello.

- 7.-Realizar tres **bookmark** (marcadores espaciales), uno sobre South Africa, otro sobre Iraq y finalmente otro sobre Guatemala. Previamente a su realización hay que localizar cada uno de los países con la herramienta **Find** (emplear una búsqueda en la que ésta se realice por el campo de la base de datos denominado *CNTRY NAME*). Cuando se hayan hecho los marcadores espaciales haer un zoom a toda la extensión del área de trabajo y visualizar después cada uno de esos tres marcadores creados.
- 8.-Localizar con la herramienta **Go to XY** la ciudad que tiene como coordenadas en grados decimales: Longitud: -111,291 y Latitud: 47,435 (se observará como tras introducir estas cifras en el buscador y pulsar intro se convierten en grados, minutos y segundos). Una vez se haya localizado esa ciudad utilizar la herramienta identificar para ver su nombre, ¿cuál es?
- 9.-Medir la distancia en línea recta entre el extremo sur de Florida (USA) y Finisterre (Galicia). ¿Qué distancia nos da? Tener en cuenta que estamos empezando con *ArcGis*, lo único que se pide es que se utilice la herramienta medir y que se ofrezca un resultado aproximado.
- 10.-Hacer un zoom sobre los países de África Ecuatorial (centrar la vista sobre la República Democrática del Congo) y emplear la herramienta **Overview**, que nos servirá para hacernos una idea de nuestra ubicación en el mapamundi.
- 11.-Hacemos un zoom sobre la Península Ibérica, clicamos sobre la herramienta **Magnifier**, la trasladamos (arrastrándola desde su barra de título) sobre Finisterre y lo visualizamos con un zoom del 600 % y del 1000%.
- 12.-Seleccionamos sobre el mapamundi los siguientes países: España, Portugal, Francia, Italia y Alemania. A continuación, abrimos la base de datos de este tema (*países_mundo.shp*) y visualizamos en la tabla sólo los elementos seleccionados. Previamente se deberá indicar en la pestaña correspondiente en la lista de contenidos (TOC) que sólo sea seleccionable la capa *países_mundo.shp*).

3.Introducción de datos en ArcMap

En el capítulo anterior iniciamos el acercamiento a *ArcMap*, comenzando con una breve familiarización con el entorno de trabajo. Ahora vamos a ir viendo otros aspectos como cargar información y manipularla. Como en el caso anterior, partimos de cero, para que aquellos usuarios que nunca hayan abordado el trabajo con el programa puedan seguir sin problema las explicaciones. Comenzamos por crear un nuevo proyecto (mapa).

Para crear un nuevo mapa en blanco hemos de iniciar el programa y nos aparecerá la siguiente ventana (figura 3.1):

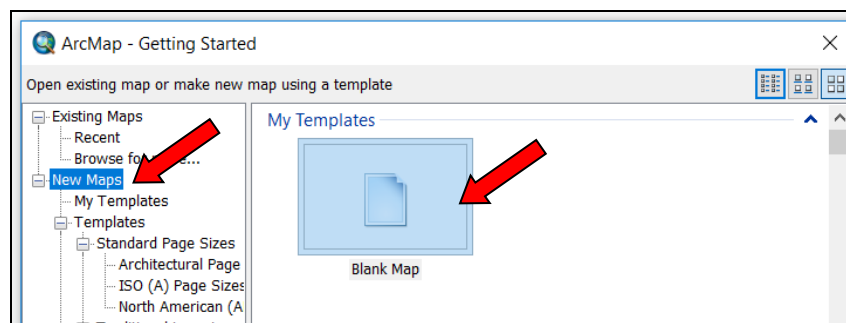


Figura 3.1. Ventana de inicio en *ArcMap*, para escoger que tipo de mapa queremos implementar.

De modo que se nos ofrece la posibilidad de elegir algún mapa ya creado (en la columna de la izquierda se nos da la opción de elegir mapas existentes (*Existing maps*) ya creados y guardados en nuestros directorios, o generar un nuevo mapa (*New maps*), que es la opción que vamos a elegir para comenzar.

- Para añadir ficheros con capas: para cargar una capa en *ArcMap* utilizaremos la función *Add Data*, que lo podemos realizar desde tres lugares diferentes:

1.- Desde el menú *File / Add Data*.

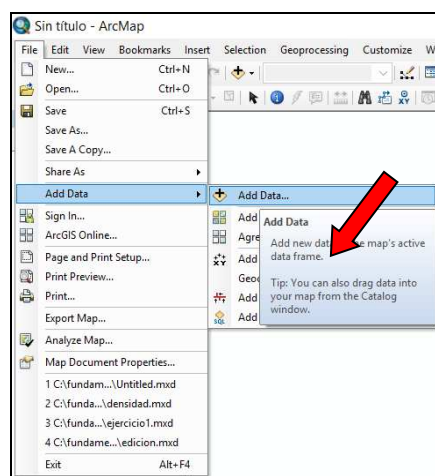


Figura 3.2. Añadir ficheros con capas desde el menú "File".

2.- Haciendo clic sobre el icono , en la barra de herramientas *Standard*:



Figura 33. Añadir ficheros con capas desde la barra de herramientas "Standard".

3.- Desde el menú contextual *Data Frame (layers)* (clic sobre su título con el botón derecho del ratón).

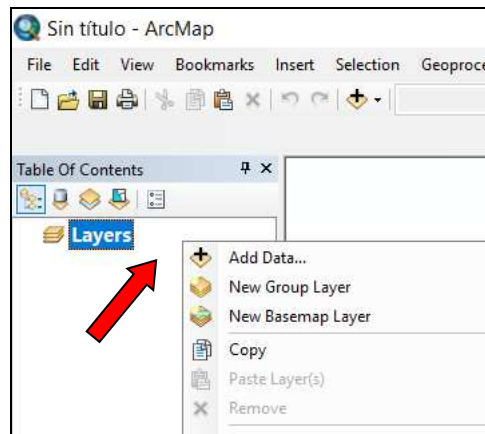


Figura 3.4. Añadir ficheros con capas desde el "data frame" (marco de datos).

En los dos primeros casos deberemos asegurarnos de que el *data frame* sobre el que queremos insertar la capa es el activo (los *data frame* pueden estar activos o no, como veremos un poco más adelante).

Una vez hecho esto se abre la ventana desde la cual podremos cargar las capas que deseemos (manteniendo pulsada la tecla *shift* podremos cargar más de una capa al mismo tiempo):

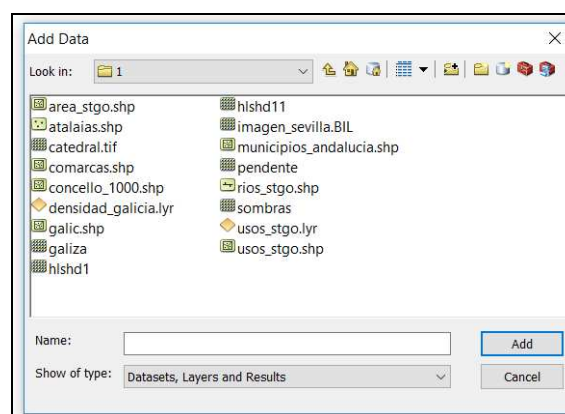


Figura 3.5. Ventana con las capas a añadir

De cualquiera de estos tres modos podremos añadir no solo ficheros de formas (.shp), sino también imágenes (en múltiples formatos), capas de *cad* o *microstation*, coberturas, etc.

Ejemplos:

-Abrimos un nuevo documento y cargamos desde la *carpeta 1* del directorio *fundamentos_SIG* los temas:

-*municipios_andalucia.shp*

-*imagen_sevilla.tif*

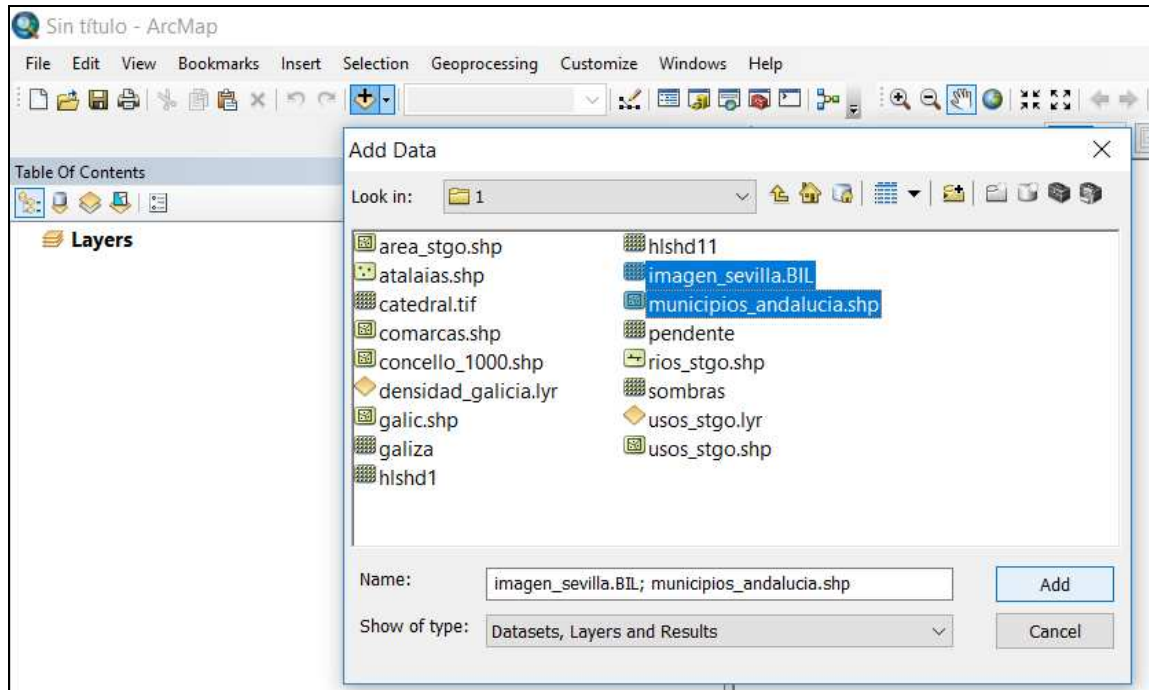


Figura 3.6. Inserción de capas en el marco de datos (*data frame*) para su visualización en el *Display map*

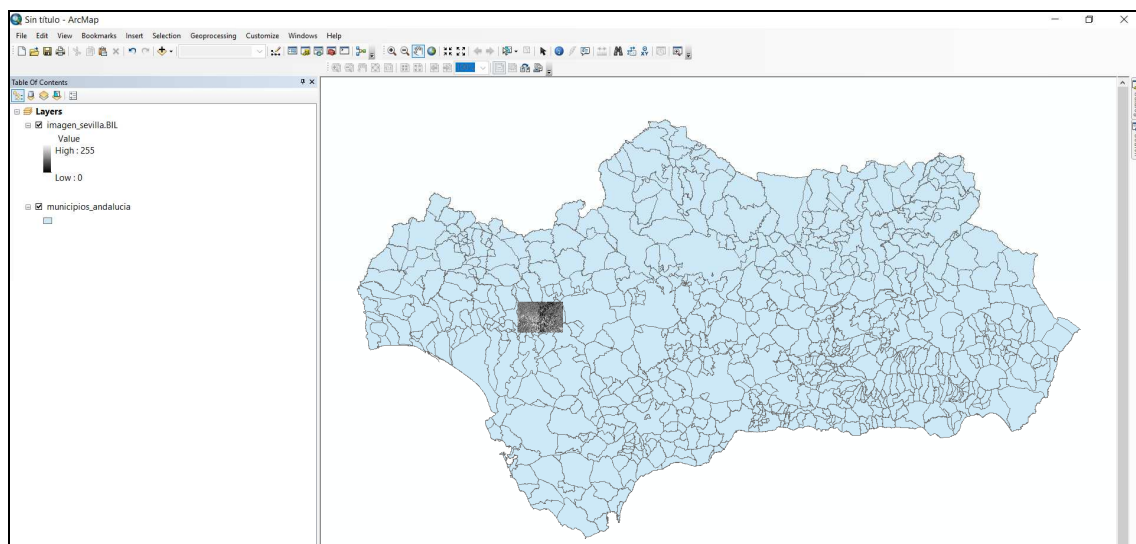


Figura 3.7. Visualización de capas en el *Display map*

-Creamos un nuevo *data frame* (*Insert / data frame*) e introducimos en él:

-*catedral.tif*

-*area_stgo.shp*

Las capas cargadas aparecerán siempre con colores aleatorios elegidos por el programa, pero que posteriormente nosotros podremos cambiar según nuestras necesidades y/o preferencias.

-Cambiamos el nombre a ambos *data frame*: al primero le llamamos *Sevilla*, y al segundo *Santiago*.

-A continuación, activamos consecutivamente uno y otro *data frame*, para manejar un poco las distintas posibilidades.

Otra forma de cargar capas en *ArcMap* es arrastrándolas desde *ArcCatalog*. Para esto habrá que tener las dos aplicaciones abiertas (desde *ArcMap* la podemos abrir con el icono de *ArcCatalog* presente en la barra de herramientas “standard”) y distribuidas de forma que ambas sean visibles. Seleccionar en *ArcCatalog* la capa o capas (tecla *Shift* si queremos seleccionar más de una al mismo tiempo) y arrastrarlas a la aplicación de *ArcMap* (figura 3.8).

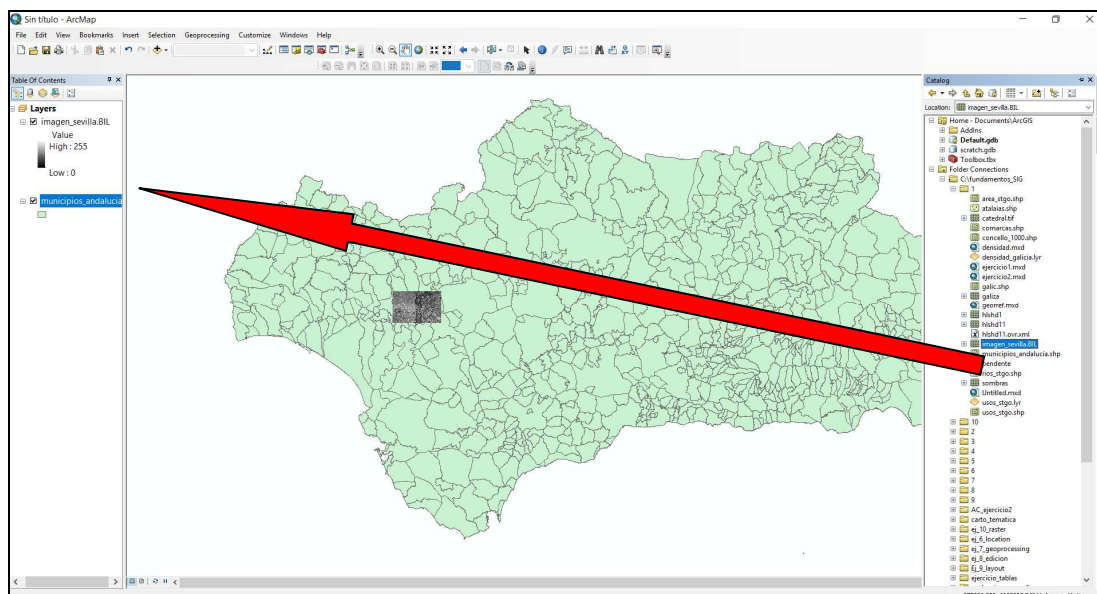


Figura 3.8. Añadir capas en ArcMap desde ArcCatalog.

El cursor, cuando se coloque en la aplicación de *ArcMap* añade un pequeño símbolo con el signo “+”, lo cual significa que la capa o capas que arrastramos están preparadas para abrirse cuando soltemos el botón derecho del ratón (figura 3.8).

Si tenemos más de un *Data Frame* y la capa la arrastramos hacia el *Map Display* (área de visualización del mapa), esta se cargará dentro del *Data Frame* activo. Si la capa la arrastramos hacia la tabla de contenidos, podremos elegir el *Data Frame* donde lo cargamos y la posición que queremos que ocupe dentro de este.

Para eliminar una capa de *ArcMap*, tan sólo tenemos abrir el menú contextual de esta (con el botón derecho del ratón hacer clic sobre el título) y elegir la opción *Remove* (eliminar).

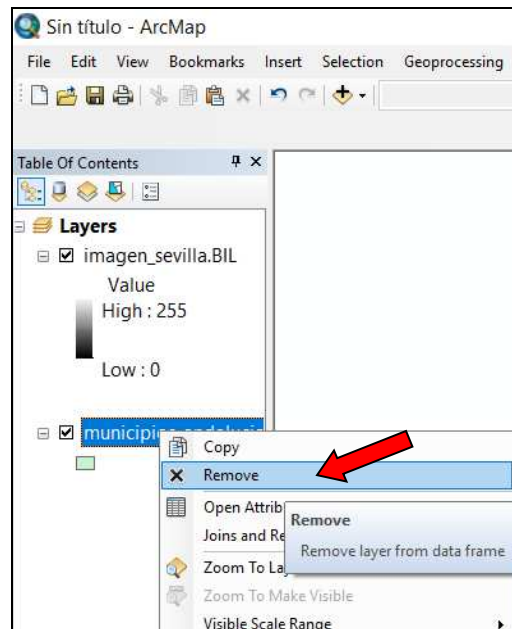


Figura 3.9. Eliminar capas en ArcMap.

Para cargar capas *WMS*: Los servidores *WMS* permiten acceso remoto a un repositorio cartográfico y la obtención de una imagen con el conjunto de capas seleccionadas con el cliente y que se pueden seleccionar con nuestras capas o las servidas por otros servidores *WMS*.

El servicio *Web Map Service (WMS)* definido por el *OGC (Open Geospatial Consortium)* produce mapas de datos espaciales referidos de forma dinámica a partir de información geográfica. Este estándar internacional define un “mapa” como una representación de la información geográfica en forma de un archivo de imagen digital conveniente para la exhibición en una pantalla de ordenador. Un mapa no consiste en los propios datos. Los mapas producidos por *WMS* se generan normalmente en un formato de imagen como *PNG*, *GIF* o *JPEG*, y ocasionalmente como gráficos vectoriales en formato *SVG (Scalable Vector Graphics)* o *WebCGM (Web Computer Graphics Metafile)*.

El estándar define tres operaciones:

1. Devolver metadatos del nivel de servicio
2. Devolver un mapa cuyos parámetros geográficos y dimensionales han sido bien definidos.

3. Devolver información de características particulares mostradas en el mapa (opcionales).

Las operaciones *WMS* pueden ser invocadas usando un navegador estándar realizando peticiones en la forma de *URLs* (*Uniform Resource Locators*). El contenido de tales *URLs* depende de la operación solicitada. Concretamente, al solicitar un mapa, la *URL* indica que información debe ser mostrada en el mapa, qué porción de la tierra debe dibujar, el sistema de coordenadas de referencia, y la anchura y altura de la imagen de salida. Cuando dos o más mapas se producen con los mismos parámetros geográficos y tamaño de salida, los resultados se pueden solapar para producir un mapa compuesto. El uso de formatos de imagen que soportan fondos transparentes (por ejemplo, *GIF* o *PNG*) permite que los mapas subyacentes sean visibles. Además, se pueden solicitar mapas individuales de diversos servidores.

El servicio *WMS* permite así la creación de una red de servidores distribuidos de mapas, a partir de los cuales los clientes pueden construir mapas a medida. Las operaciones *WMS* también pueden ser invocadas usando clientes avanzados SIG, como es el caso de *ArcGis* realizando igualmente peticiones en la forma de *URLs*.

Actualmente existen multitud de servidores de cartografía accesibles a través de una conexión *WMS*. Algunos ejemplos son los siguientes:

Acceso al Centro de Descargas del CNIG, desde donde se puede descargar toda la información geográfica digital del IGN disponible. Es necesario registrarse como usuario para poder acceder a las capas	http://centrodedescargas.cnig.es/CentroDescargas/index.jsp
Portal de la Infraestructura de Datos Espaciales de España	http://www.idee.es
Instituto de Estudios do Territorio: variadas capas de información e imágenes de satélite de Galicia.	http://mapas.xunta.gal/servizos-wms

Ejemplo de uso:

Vamos a introducir información desde el servidor *WMS* del Sistema del Instituto de Estudios del Territorio de Galicia (IET).

Lo primero que hacemos es establecer la conexión:

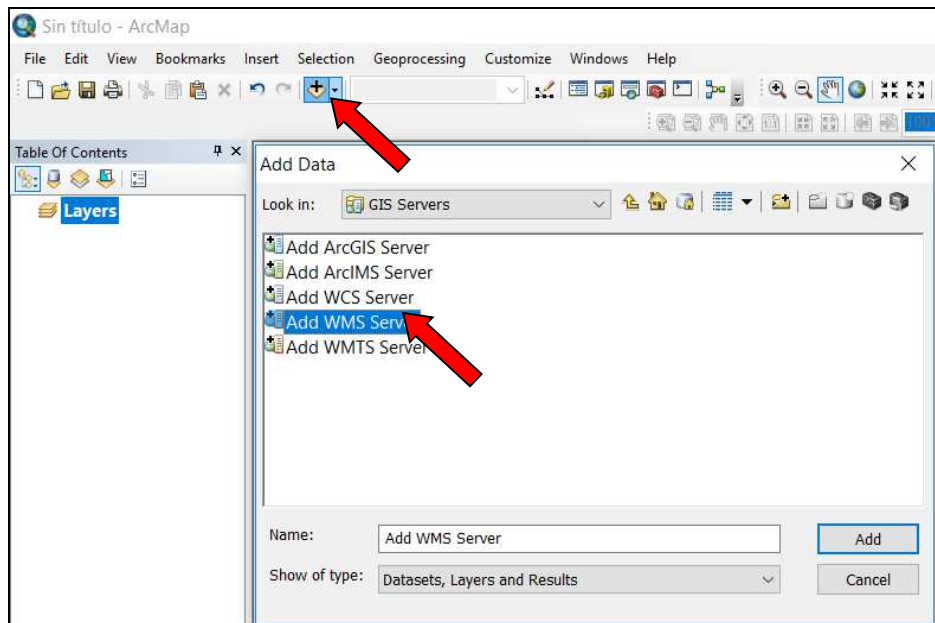


Figura 3.10. Conexión WMS.

A continuación, se nos abrirá una nueva ventana en la que podremos indicar cuál es la dirección *URL* del servidor de cartografía, en este caso vamos a introducir en primer lugar las ortofotos de Galicia, y su dirección es:

http://ideg.xunta.es/servizos/services/Raster/PNOA_2008/MapServer/WMServer

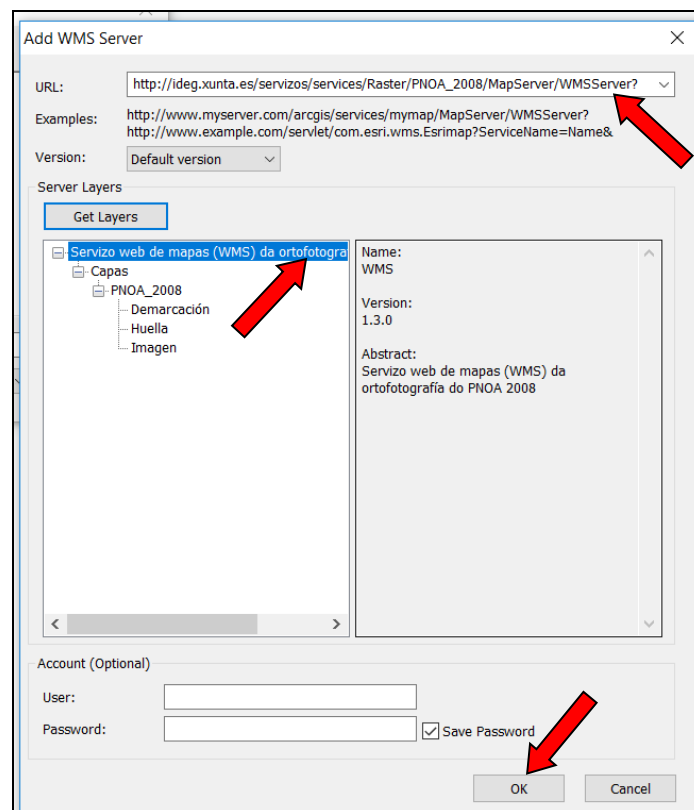


Figura 3.11. Añadir dirección URL del servidor WMS.

El resultado es otra ventana donde se nos indica que estamos conectados a ese servidor:

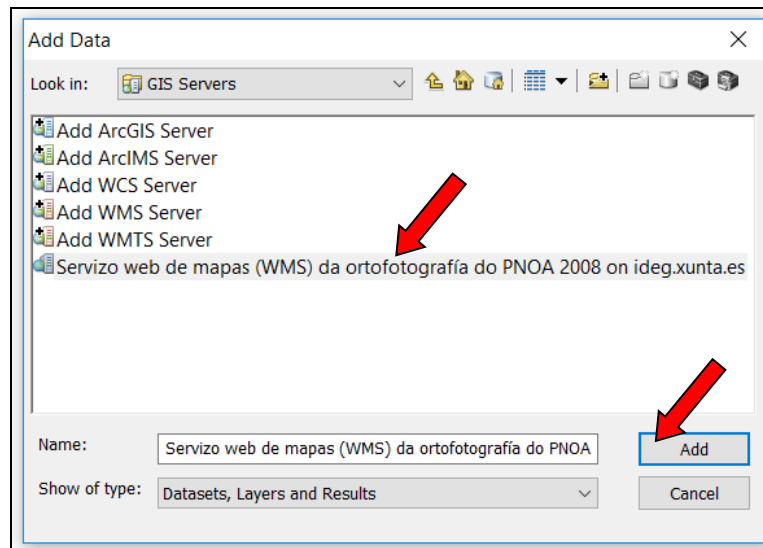


Figura 3.12. Conexión al servidor WMS.

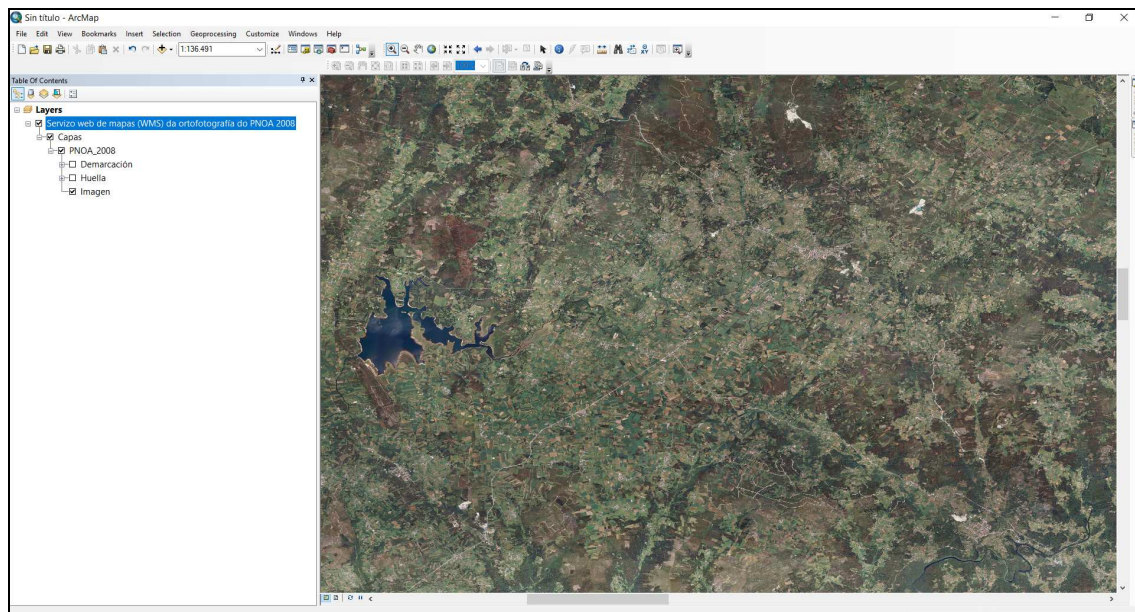


Figura 3.13. Conexión al servidor WMS. Visualización de la información solicitada.

Si una vez introducidas no visualizamos nada es posible que se deba al sistema de coordenadas, que tenemos que cambiarlo o definirlo, para ello pulsamos sobre cualquiera de las imágenes y con el botón derecho vamos a la opción *Change Coordinate System*.

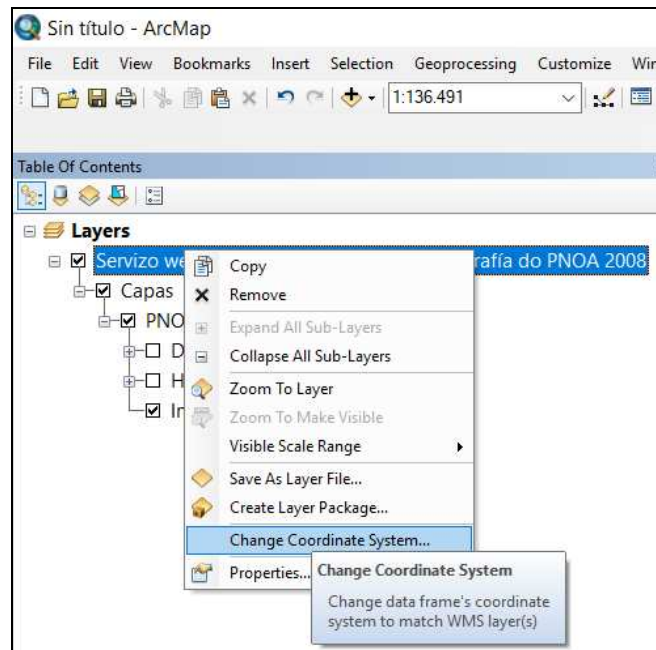


Figura 3.14a. Cambio de sistema de coordenadas.

Y aceptamos al cambio que nos propone por defecto la ventana que aparece (Ed_1950_UTM_Zone_29N). Esto nos permitirá visualizar la información.

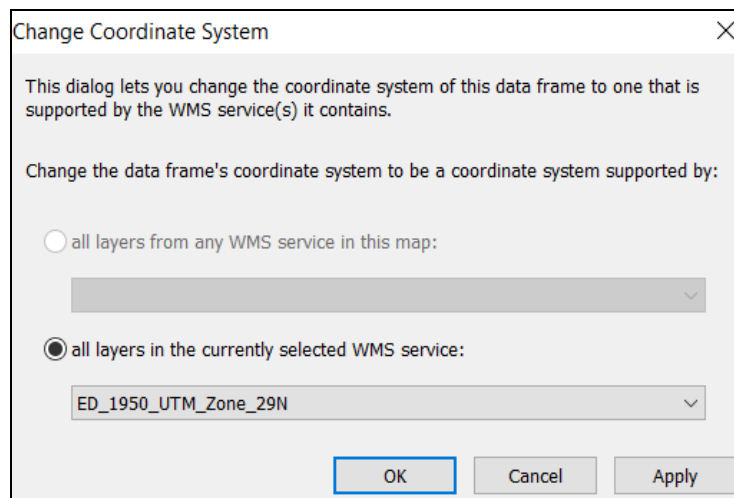


Figura 3.14b. Cambio de sistema de coordenadas.

Podemos repetir el proceso incluyendo otras capas del IET (estas de tipo vectorial, de límites administrativos de Galicia), disponibles en la siguiente URL:

<http://ideg.xunta.es/servizos/services/LimitesAdministrativos/LimitesAdministrativos/MapServer/WMSServer>

Establecer propiedades de las capas

Al igual que ya vimos con los *data frames*, podemos establecer las propiedades de las capas, haciendo clic sobre *Properties* en el menú contextual de la capa (se

abren clicando con el botón derecho del ratón sobre el título de la capa en cuestión) (figura 3.15).

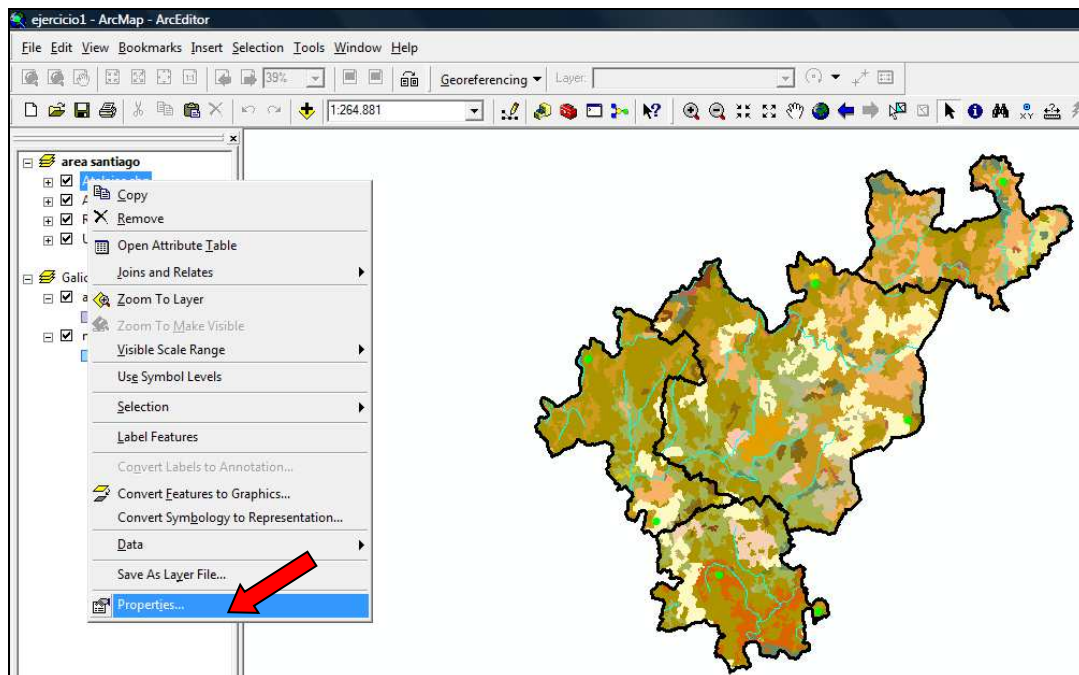


Figura 3.15. Menú “propiedades” de las capas.

Se abre la ventana de propiedades de las capas. El número de propiedades que podemos cambiar desde aquí es muy variado. Cuando abrimos por primera vez en una sesión de *ArcMap*, en la ventana de propiedades se nos presenta la pestaña de propiedades generales (durante el resto de la sesión de *ArcMap*, cada vez que abramos la ventana de propiedades se nos presentará la pestaña abierta por última vez) en la cual, podemos cambiar el nombre de la capa. El cambio de nombre no afecta físicamente a la fuente de datos, este nombre sólo aparecerá así en la tabla de contenidos del mapa que tenemos abierto. Si cargamos de nuevo la capa esta aparecerá con su nombre original:

Ejemplo: abrimos un mapa nuevo. Cargamos desde la carpeta tres *muni_gal.shp*, en el nombre clicamos *botón derecho/Properties/General*: cambiamos su nombre por *municipios de Galicia* (figura 3.16). Después volvemos a cargar la misma capa desde el directorio *C:\fundamentos_SIG\3* y volvemos a ver como su nombre sigue siendo el original. El cambio sólo afecta al mapa que tengamos abierto, en nuestro directorio sigue con el nombre original.

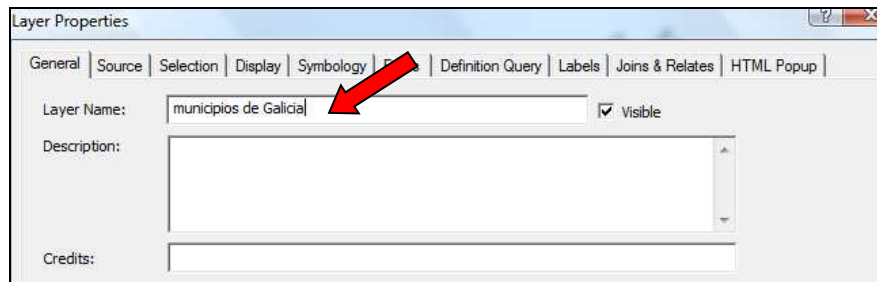


Figura 3.16. Cambio de nombre de una capa.

El nombre también se lo podemos cambiar directamente sobre la tabla de contenidos. Pulsando encima de él se pondrá en modo de edición y nos permitirá cambiarle el nombre (figura 3.17).

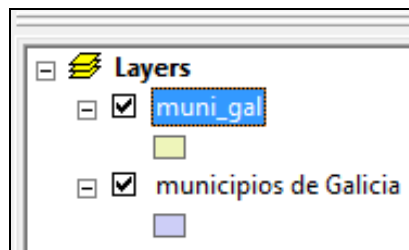
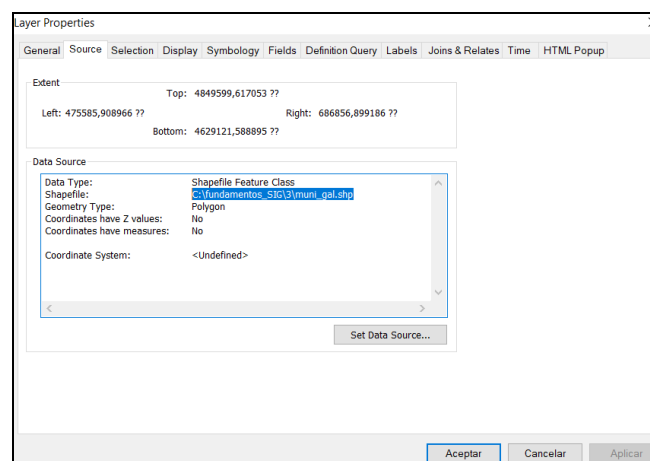


Figura 3.17. Cambio de nombre a una capa en la tabla de contenidos.

Si lo deseamos también podemos cambiar el archivo fuente al que hace referencia la capa haciendo clic sobre la pestaña *Source/Data source* (del menú *Propiedades*, como podemos ver en la figura 3.18). En el caso de que cambiásemos de directorio los datos fuente, utilizaríamos esta opción para indicarle a *ArcMap* la nueva ruta donde debe ir a buscar las capas.

Figura 18. Menú *Source/Data source* en *Propiedades* de las capas.

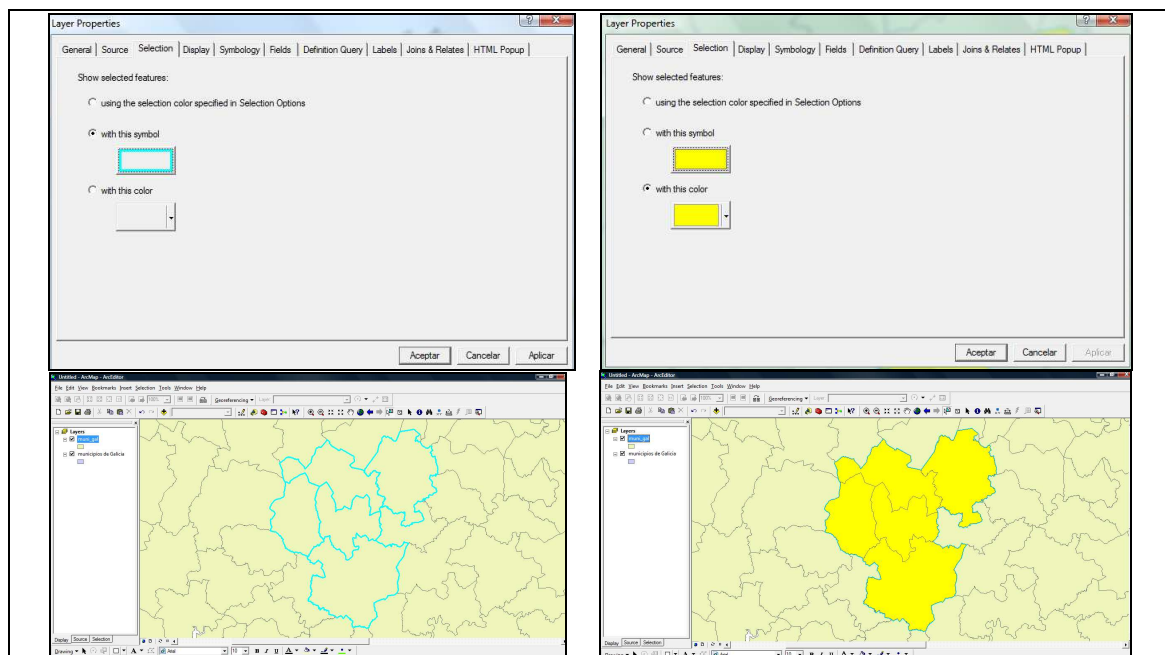
La ventana de *propiedades (properties...)* presenta varias pestañas en función del tipo de propiedades que podemos cambiar. La mayoría de ellas las veremos con posterioridad.

Algunas de ellas propiedades hacen referencia a las fuentes de datos, como acabamos de ver, donde se indica la extensión y el sistema de coordenadas de la fuente de datos, así como su ubicación en la unidad.

También podemos definir a que escala se visualizará cada capa, cómo se mostrará, que simbología se utilizará para representarla y a partir de qué campo de su tabla de atributos se tematizará. También podemos definir si se deben mostrar documentos asociados a los elementos (líneas, puntos, polígonos).

Desde este menú podemos cambiar las propiedades de los campos de la tabla de atributos, realizar consultas temáticas a esta (cuyo resultado será mostrado en el *Map Display* en forma de selección de aquéllos elementos que cumplan las condiciones especificadas) y establecer relaciones y uniones con otras bases de datos alfanuméricas. La gestión de etiquetado de los elementos de la capa también se realiza desde propiedades.

Por último, podemos cambiar el color de los elementos seleccionados en una capa. Desde la pestaña *Selection* podemos definir el color genérico que usaremos para la selección de elementos en todas las capas. Podemos escoger entre la opción predeterminada (*Selection/using the selection color specified in Selection Options*) o escoger un nuevo símbolo o color (figuras 3.19a a 3.19d).



Figuras 3.19a, 3.19b, 3.19c y 3.19d. Menú *Selection* en *Propiedades* de las capas, y cambio del color de selección con ese menú.

En el caso de que escojamos la línea azul (este es el color que viene por defecto), si seleccionamos un polígono, este, como ya hemos visto, adquirirá un color azul en la totalidad de su perímetro (figura 3.19c). Por el contrario, si escogemos un color personalizado, al seleccionar un polígono todo su interior adquirirá ese color (figura 3.19d).

Crear grupos de capas (*Group layer*)

En ocasiones será de interés agrupar varias fuentes de datos o capas de forma conjunta con el objeto de gestionarlas como una sola entrada en la tabla de contenidos, es decir, que el grupo de capas funcione como una sola capa.

Por ejemplo, puede interesar tener toda la cartografía de base o la base topográfica junta, o agrupar un conjunto de capas relacionadas con una misma temática como podrían ser un grupo de capas de redes de comunicación que incluiría las capas de carreteras, autopistas, caminos y líneas de ferrocarril.

Para crear un *Group Layer*, hay que hacer clic con el botón derecho sobre el *Data Frame* dentro del cual se creará.

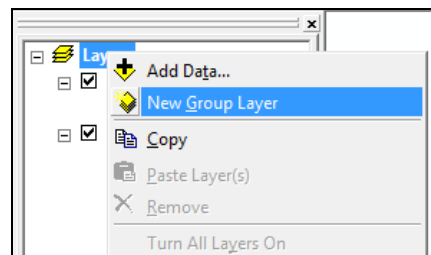


Figura 3.20. Creación de un *Group Layer* (grupo de capas).

Dentro del Data Frame aparece una nueva entrada con el nombre por defecto. Este *Group Layer* se encuentra todavía vacío (figura 3.21).

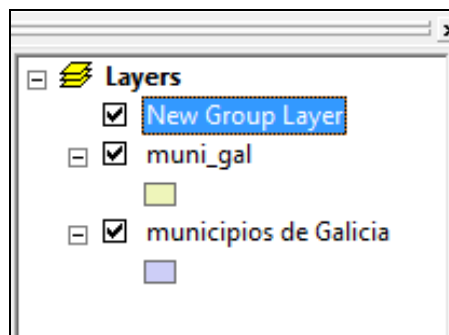


Figura 3.21. Nuevo *Group Layer* (grupo de capas).

Un *Group Layer* puede combinar capas provenientes de varias fuentes de datos, las cuales pueden estar almacenadas en diferentes formatos. Por ejemplo,

podemos combinar una capa de *AutoCad* con un *shapefile*, una cobertura y una imagen.

Un *Group Layer* aparece en la capa de contenidos como una capa individual. Si lo desactivamos, desactivamos todas las capas que lo componen. Cuando hay conflicto entre las propiedades de un *Group Layer* y las propiedades de alguna de las capas que lo forman, se imponen las propiedades del grupo. Por ejemplo, si tenemos establecida la visibilidad de una capa a una determinada escala y la visibilidad de un *Group Layer* a otra escala, primará esta última.

Se puede trabajar individualmente con una capa del grupo, combinando sus propiedades particulares y haciendo que permanezca no visible, aunque el grupo al que pertenece esté visible. También se puede cambiar el orden de las capas dentro del grupo, de la misma forma que se cambia el orden de las capas dentro de la tabla de contenidos. Es decir, arrastrándolas.

En la imagen tenemos un grupo de capas, al que hemos llamado, vías de comunicación de Galicia, que incluye dos *shapefiles*: *carreteras.shp* y *ferrocarril.shp* (se encuentran ubicadas en *C:\fundamentos_SIG\Galicia-capas*).

El grupo puede estar visible y, sin embargo, alguna de las capas no visible por estar desactivada, mientras que la otra está activada. Si desactivamos la casilla de visibilidad del grupo, las capas dejarán de estar visibles en el *Map Display* al margen de que estén activadas individualmente.

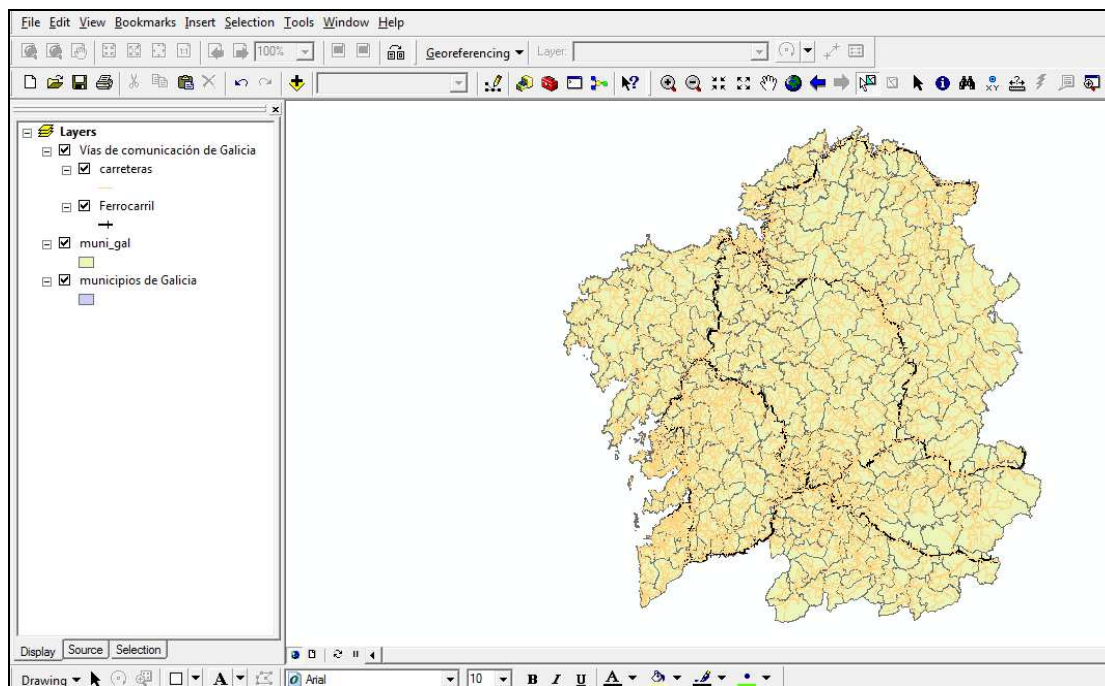


Figura 3.22. *Group Layer* con el nombre de Vías de comunicación de Galicia, que integra dos capas: carreteras y ferrocarril.

Para añadir o quitar capas a un grupo, tan sólo hemos de arrastrarlas hacia dentro o fuera del grupo en función de nuestras preferencias.

También podemos añadir o quitar capas del grupo, y cambiar el orden de las capas abriendo la ventana de propiedades del *Group Layer* con sólo hacer un doble click sobre este, en la tabla de contenidos, y eligiendo la pestaña *Group* (figura 3.23).

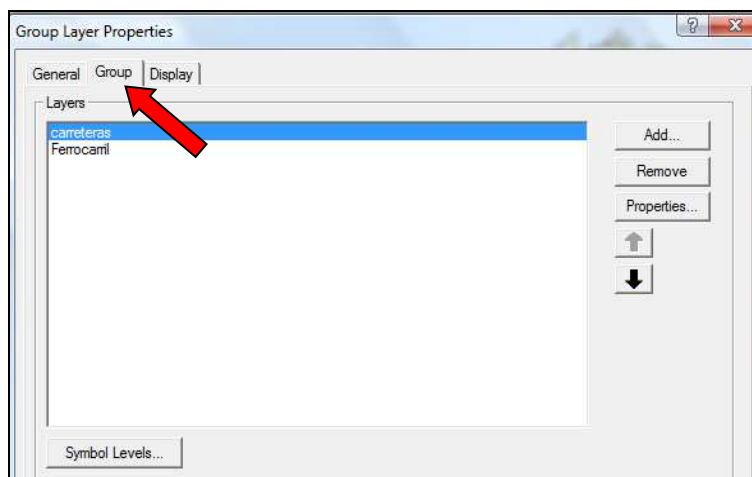


Figura 3.23. Propiedades del *Group Layer*.

En la pestaña *General* de la ventana de propiedades del *Group layer*, podemos definir el nombre del grupo (figura 3.24).

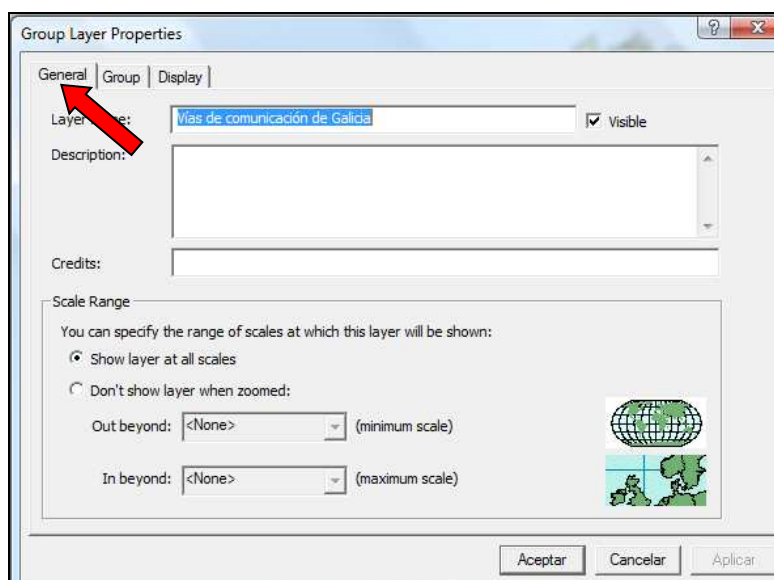


Figura 3.24. Propiedades del *Group Layer*, pestaña *General*.

Una última manera de crear un *Group Layer*, sería seleccionando en la tabla de contenidos las capas que lo formarán con el botón izquierdo del ratón y manteniendo pulsada la tecla *Control*. Sólo faltará abrir el menú contextual y escoger la opción

Group. Así, aparecerá un nuevo *Group Layer* con las capas seleccionadas (figura 3.25).

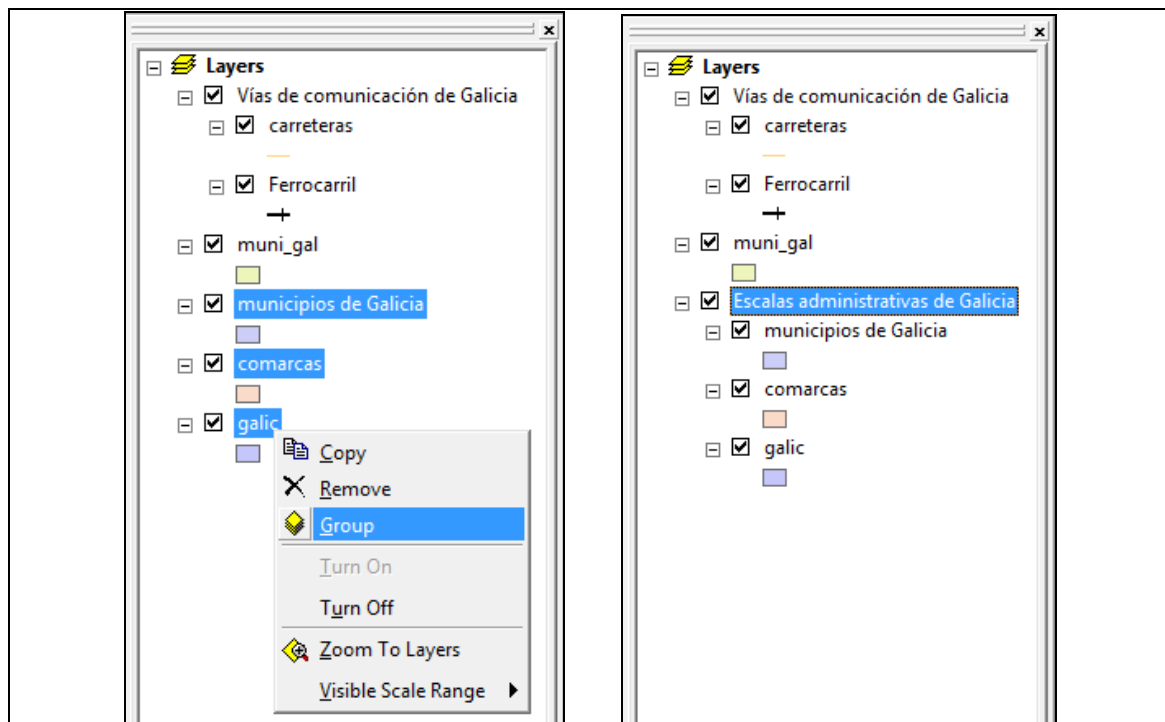


Figura 3.25. Creación de un *Group Layer* seleccionando sus capas desde la tabla de contenidos.

Elaborar una capa a partir de una tabla con coordenadas X e Y

Además de las fuentes de datos como los *shapefiles* o *geodatabases*, también se pueden cargar en *ArcMap* datos tabulares que contienen localizaciones geográficas en forma de coordenadas X, Y.

Las coordenadas X, Y describen localizaciones discretas en la superficie terrestre como podrían ser yacimientos, estaciones meteorológicas, puntos de muestreo, etc. Las coordenadas X, Y son fáciles de adquirir mediante un GPS.

Para poder añadir una tabla de coordenadas X, Y a nuestro mapa, esta debe contener dos campos, uno que contenga las coordenadas X, y otro con las coordenadas Y, la tabla tiene que estar en formato *dBase/IV*. Los valores en los campos pueden representar un sistema de coordenadas y unidades como pueden ser la latitud y la longitud, o metros.

Una vez que se han añadido los datos al mapa, la capa funciona como cualquier capa de puntos, podemos simbolizarla, tematizarla, definir un umbral de escala, interrogar a su base de datos, mostrar los puntos que reúnen ciertos criterios, etc.

Partimos de un fichero de base de datos con las coordenadas. Escogemos la opción *File/Add Data/Add XY Data....*

Attributes of estacio					
OID	NOMBRE	NOMBRENU	LLUVIA	X COORD	Y COORD
0	ZAHARA DE LA SIERRA	ZAHARA DE LA SIERRA	935,2	286814,28125	4079888
1	ZAHARA DE LA SIERRA SERVICIO PLAGAS	ZAHARA DE LA SIERRA SERVICIO PLAGAS	650	288893,375	4078756,75
2	ZAHARA DE LA SIERRA PUERTO	ZAHARA DE LA SIERRA PUERTO	1100	286645,46875	4076169,25
3	PRADO DEL REY	PRADO DEL REY	876,7	271792,65625	4074416,75
4	GRAZALEMA BENAMAHONA	GRAZALEMA BENAMAHOMA	655	279906,5	4071582
5	EL BOSQUE	EL BOSQUE	898,5	276422,46875	4071209,75
6	GRAZALEMA A.M.A.	GRAZALEMA A.M.A.	378	287382,40625	4070908
7	GRAZALEMA	GRAZALEMA	2213	288570,96875	4070746,25
8	MONTEJAQUE CENTRAL ELECTRICA	MONTEJAQUE CENTRAL ELECTRICA	2100	299964,71875	4069855
9	EL BOSQUE SAN JOSE DE LA ZAR-	EL BOSQUE SAN JOSE DE LA ZARZA	1500	275588,03125	4067817
10	BENAOCAZ TAVIZNA	BENAOCAZ TAVIZNA	889,3	277798,375	4066855,75
11	BENAOCAZ ESPARRAGOSILLA	BENAOCAZ ESPARRAGOSILLA	1300	275632,84375	4064793,5
12	BENAOCAZ	BENAOCAZ	1609,3	283699	4064545,5
13	VILLALUENGA DEL ROSARIO	VILLALUENGA DEL ROSARIO	2067	286914	4064002,25
14	BENAOJAN CUEVA DE LA PILETA	BENAOJAN CUEVA DE LA PILETA	2000	296071,8125	4062700
15	VILLALUENGA DEL ROSARIO ICONA	VILLALUENGA DEL ROSARIO ICONA	1700	287549,28125	4062639
16	UBRIQUE - INSTITUTO	UBRIQUE INSTITUTO	650	281157,875	4062337,25
17	UBRIQUE SEVILLANA	UBRIQUE SEVILLANA	1174,7	281646,65625	4061976
18	PANTANO DE LOS HURONES	PANTANO DE LOS HURONES	1044,8	270668,96875	4060258
19	JIMERA DE LIBAR CENTRAL ELECTRICA	JIMERA DE LIBAR CENTRAL ELECTRICA	1150	296126,28125	4059769
20	JEREZ DE LA FRONTERA LA ALCARIA	JEREZ DE LA FRONTERA LA ALCARIA	1800	272818,625	4057002,75
21	CORTES DE LA FRONTERA PUEBLO	CORTES DE LA FRONTERA PUEBLO	900	290627,21875	4055368
22	EMBALSE DE LOS HURONES		700	271027	4060508

Figura 3.26. Tabla *dBase/IV* que contiene dos campos con coordenadas X e Y.

Escogemos la tabla con las coordenadas X, Y en la casilla desplegable (figura 3.28). Si la tabla no está cargada en la tabla de contenidos, hacemos clic en el botón de buscar tabla en el disco (en el ejemplo, la tabla *estacio.dbf* se encuentra ubicada en C:\fundamentos_SIG\4).

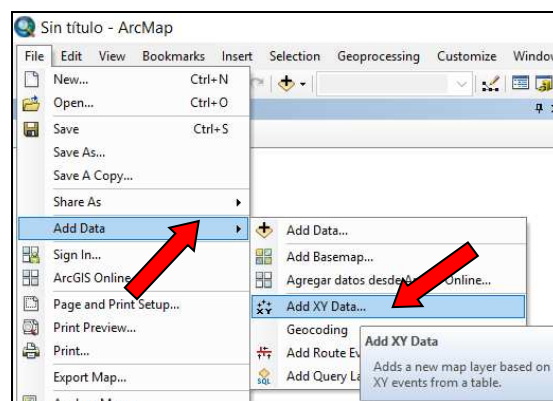


Figura 3.27. Añadir datos XY... desde el menú *File/Add Data/Add XY Data...*

En *X Field* escogemos el campo que contiene las coordenadas X y en *Y Field* el campo que contiene las coordenadas Y. Por defecto, *ArcMap* escoge automáticamente los campos donde intuye que se encuentran estas coordenadas. Si no son los deseados, deberemos escogerlos nosotros manualmente.

Con *Edit*, definiremos el sistema de coordenadas y unidades representados en los campos X e Y. Las coordenadas X, Y serán automáticamente transformadas para casar con el sistema de coordenadas del *Data frame* (*marco de datos*).

Al hacer clic sobre *Ok*, aparece en la tabla de contenidos una capa con el nombre de la tabla seguido de *Events*, lo cual indica que procede de una tabla de coordenadas (figura 3.29).

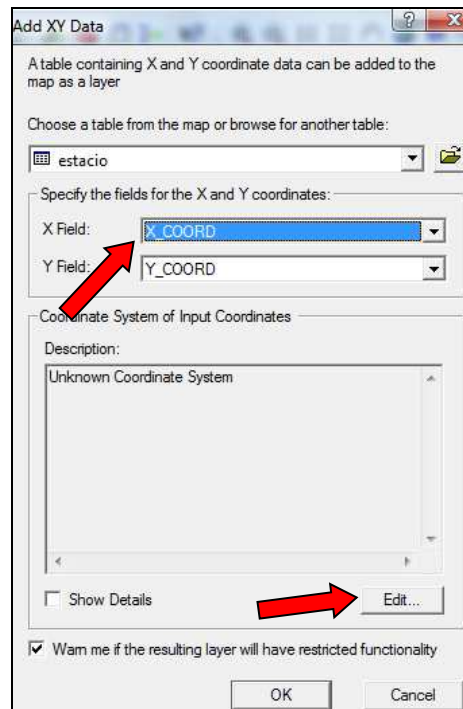
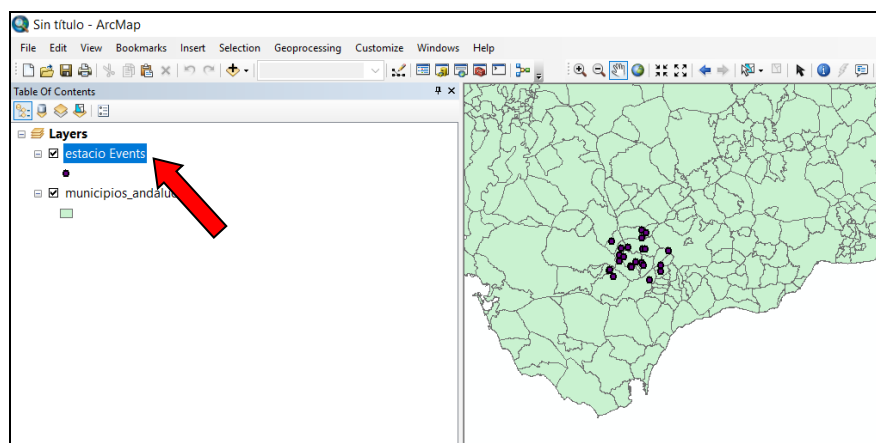


Figura 3.28. Ventana para Añadir datos XY.

Los puntos en el Map Display representan las localizaciones X, Y de la tabla de coordenadas. La capa resultante no es más que una capa virtual, es decir, una representación gráfica de una tabla de coordenadas en nuestra sesión *ArcMap*. Físicamente no existe, por tanto, si vamos a nuestro directorio de trabajo, veremos que no se ha añadido ninguna fuente de datos. Aunque podremos exportarla como un nuevo tema de tipo vectorial puntual.

Figura 3.29. Tabla añadida como tema de eventos (*Event theme*)

Añadir una imagen

Las imágenes pueden ser visualizadas en *ArcMap*. Los tipos de imagen que reconoce *ArcGis* incluyen fotografías aéreas, datos escaneados e imágenes de satélite.

El proceso para cargar una imagen es exactamente el mismo que para una capa.

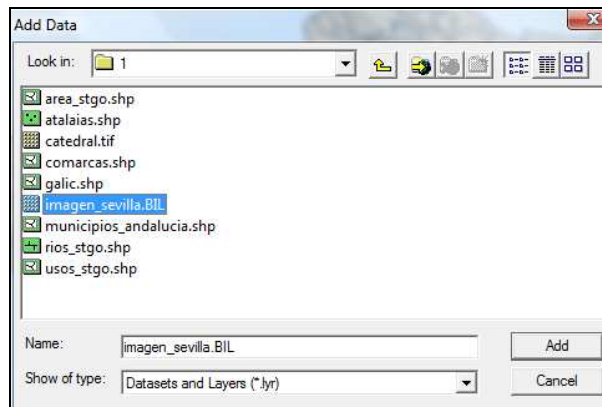


Figura 3.30. Añadir una imagen.

Si tenemos varias capas cargadas y añadimos por ejemplo una imagen aérea referida a la misma localización geográfica, es imprescindible que esta se encuentre georreferenciada para poder ser visualizada conjuntamente con el resto de las capas.

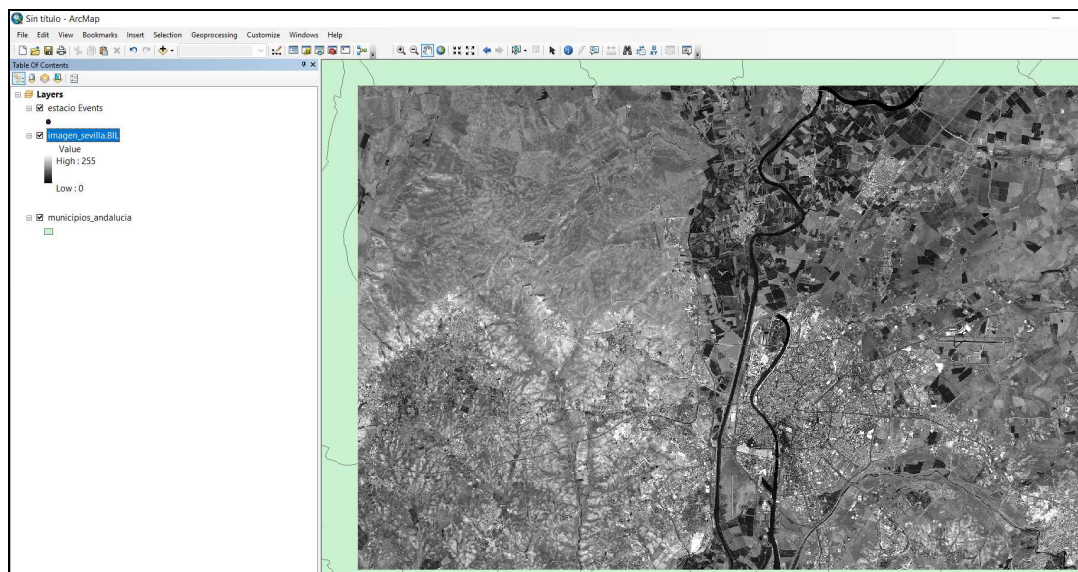


Figura 3.31. Imagen de satélite. Visualización en ArcMap.

Se propone a continuación el *ejercicio 4*, para el repaso y fijación de los contenidos de este capítulo.

Ejercicio 4.**Funciones básicas de visualización con ArcMap**

- 1.- Crear un nuevo mapa vacío (con dos procedimientos: *A new empty map* y *File/New*).
- 2.- Editar las propiedades del *Data Frame*:
 - en la pestaña “*General*” cambiar el nombre genérico “*layers*” por “área de estudio”.
 - poner las *Map Units (meters)* y las *Display Units (kilometers)*.
- 3.-Añadir capas al mapa:
 - dentro de la carpeta 1 (*C:\fundamentos_SIG*): *area_stgo.shp*; *ríos_stgo.shp*; *atalaias.shp*. Ordenarlos para que se puedan visualizar todos a la vez.
 - Posteriormente añadir la imagen *catedral.tif* y hazle un zoom para que quede centrada en el espacio de trabajo.
- 4.-Añadir un segundo marco de datos (*data frame*) e introducir en él los temas *municipios_andalucia.shp* y la imagen de Sevilla (*imagen_sevilla.tif*). Todo ello ubicado en la carpeta 1. Cambiar el nombre a este marco de datos (*data frame*) por el de Andalucía.
- 5.-Activar y desactivar, consecutivamente, ambos *data frame*.
- 6.-Añadir la tabla *estacio.dbf* como un tema de eventos (*XY Data*) en el *data frame* “Andalucía”. Hacer un zoom a las estaciones meteorológicas y establecer un marcador espacial con ese mismo nombre (*estaciones meteorológicas*).
- 7.-Hacer un zoom a toda la extensión de Andalucía y volver posteriormente al marcador espacial recién creado.
- 8.-En “área de estudio” seleccionar el municipio de Santiago (aparecerá su perímetro en azul). Cambiar esa manera predeterminada de seleccionar por otra en la que el polígono Santiago aparezca cubierto en su totalidad por un color naranja claro.
- 9.-En “área de estudio” crear un *Group Layer* que contenga tres capas (todas en la carpeta *Galicia-capas*): *comarcas.shp*; *munis.shp*; *galic.shp*. Denominar al *Group layer*: “*escalas administrativas*”. Cambiar el orden de las capas desde la ventana de propiedades del *Group Layer*.
- 10.-Añadir al *Group Layer* “*escalas administrativas*” la capa *provincias.shp* (carpeta 2) arrastrándola desde *ArcCatalog* a la tabla de contenidos de *ArcMap*. Visualizarla por encima del resto de capas del grupo.
- 11.-Establecer una conexión con el servidor *WMS* del Instituto de Estudios do Territorio, IET (<http://mapas.xunta.gal/servizos-wms>), e introducir en un nuevo marco de datos alguna capa vectorial de las que estén disponibles.

4. Simbolizar elementos y cartografía temática

Simbolizar elementos significa asignar colores, anchuras, ángulos, tramas, estilos, transparencias y otras propiedades. A menudo, los símbolos imitan el mundo real: un polígono que representa un lago es modelizado en azul y una fuente se representa mediante un icono de fuente. Otras veces la simbología entre el mundo real y su modelo es menos directa (anchura de carreteras por ejemplo no va a ser proporcional en el mapa con respecto a la realidad, aunque si establezca una jerarquía).

Simbolizar elementos gráficos

Cuando añadimos una capa a *ArcMap* por primera vez, los elementos se representan con una simbología por defecto. Para cada tipo de elementos, *ArcMap* utiliza un símbolo puntual, un tipo de línea o un patrón de relleno de áreas con un color aleatorio.

Cambiar el color

En el caso de que sólo queramos cambiar el color, podemos hacer clic con el botón derecho del ratón sobre el símbolo en la tabla de contenidos, escogemos la opción *Properties* y dentro de ella la pestaña *symbol* (también podemos hacer doble clic sobre el título de la capa y abrirá *Properties*). Sobre la opción *symbol* clicamos y aparece la ventana de *symbol selector*.

En ella podemos escoger el color que queramos ponerle a la capa (en *Fill Color*). Haciendo clic sobre *More Colors*, se nos abre la ventana *Color Selector*, donde podremos definir colores que no se encuentran en la paleta.

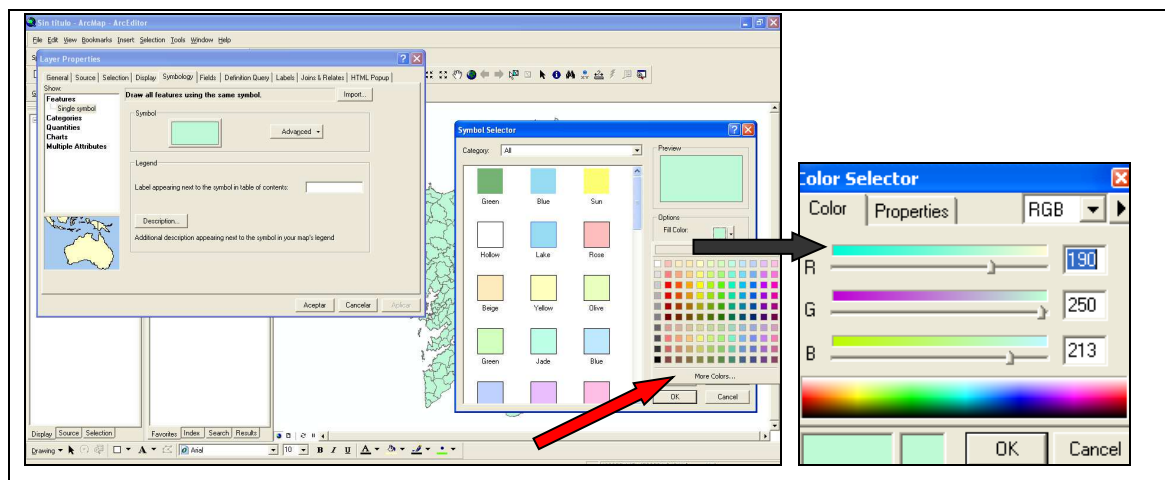


Figura 4.1. Cambio de color a una capa.

Cambiar la simbología

Para cambiar la simbología y el color del elemento deberemos hacer doble clic sobre el símbolo de la capa en la tabla de contenidos con el botón izquierdo del ratón. Nos aparece la ventana de *Symbol Selector* en la cual podemos cambiar las propiedades del símbolo: tipo de línea, punto o trama, color, grosor, etc. También tenemos la opción de editar las propiedades, así como cargar otras paletas predefinidas.

Los símbolos presentados en la ventana *Symbol Selector* y las opciones a cambiar, variarán en función de la topología de la capa de la cual queremos cambiar la simbología (puntual, lineal o poligonal):

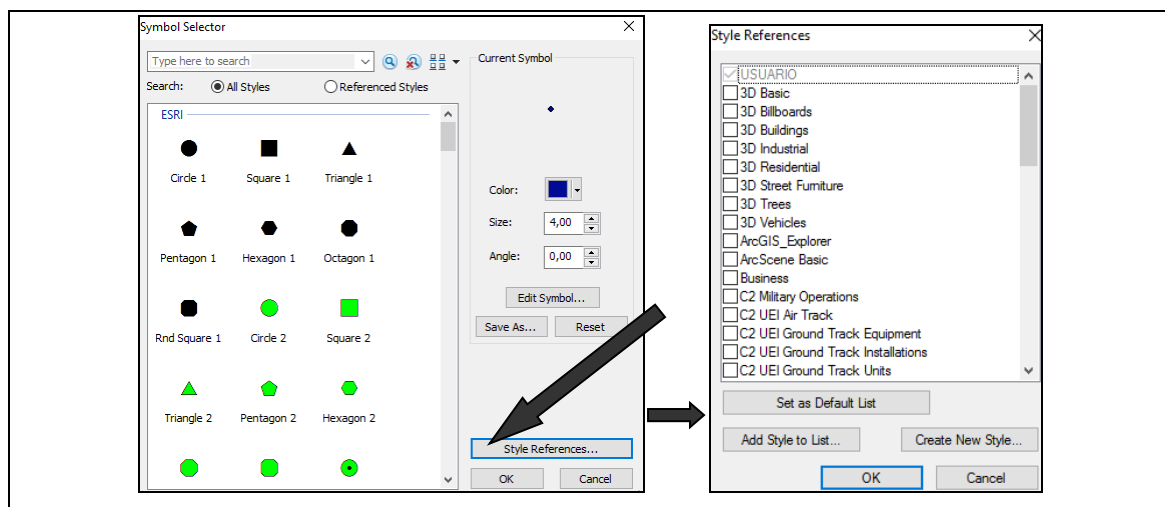


Figura 4.2. Cambio de color a una capa.

Haciendo clic en *Style References* (figura 4.2) se nos despliegan las paletas de símbolos disponibles en ArcGis por defecto. Para cargar una paleta, tan sólo deberemos hacer un clic sobre ella. Escogiendo *Add...* podremos añadir otras que hayamos creado nosotros mismos o que nos hayan facilitado.

Una vez identificado el símbolo que nos gusta, si lo consideramos necesario solo tenemos que seleccionarlo y cambiar sus propiedades de color, anchura, tamaño, rotación, etc.

Si lo deseamos también podemos personalizar nuestros símbolos desde la ventana *Symbol Selector*, en el botón *Edit Symbol* (Editar Símbolo), y guardarlos dándoles un nombre y asignándoles una categoría.

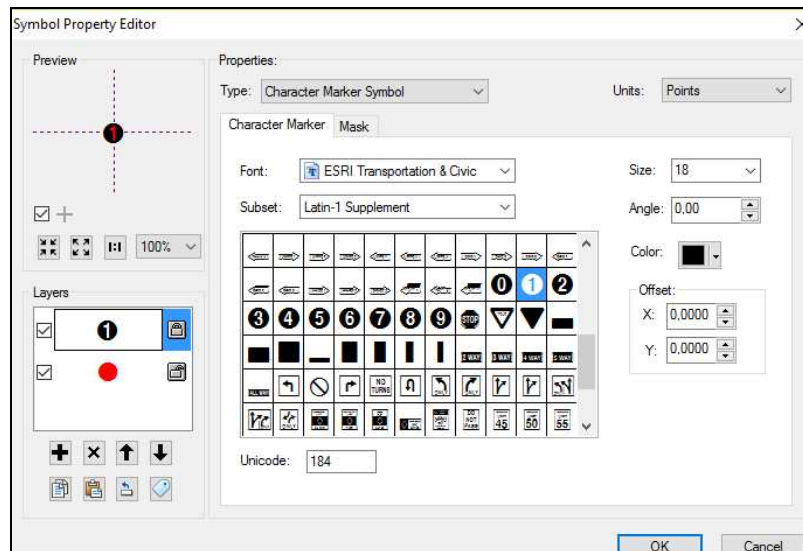


Figura 4.3. Ventana del Editor de propiedades del símbolo.

Representación Temática de los atributos (Cartografía temática)

Hasta ahora hemos visto que, al cargar una capa, esta adopta por defecto un símbolo único para todos los elementos de esta. En el anterior punto hemos aprendido a cambiar las propiedades de este símbolo. Sin embargo, también podemos crear una simbología más informativa asignando, por ejemplo, un símbolo diferente por cada valor único, o cada intervalo de valores de un determinado campo de la tabla de atributos. Por ejemplo, podemos simbolizar una capa de países según sus nombres. Cada entidad o polígono tendrá un color único porque cada país tiene un nombre diferente. También se pueden simbolizar países según su régimen político. Los polígonos o países con el mismo régimen tendrán el mismo color. Por ejemplo, las monarquías se podrían pintar en azul, las repúblicas en amarillo, y los estados comunistas en rojo.

A este proceso de representar los elementos de una capa a partir de un determinado atributo, lo llamaremos **tematización de capas**.

Abrir el editor de simbología

La pestaña *Symbol* en la ventana de propiedades de la capa, nos da la posibilidad de generar mapas visualmente atractivos, que comuniquen la información importante sobre los datos que queramos representar a una audiencia determinada. Con el *Editor de Leyendas* podremos elegir diferentes tipos de leyendas, clasificar los datos, modificar textos en la leyenda, y cambiar la simbología de los elementos. Puedes previsualizar los cambios en el *Editor de Leyendas* antes de aplicarlos a la vista.

Para abrir la ventana de propiedades de la capa, debemos recordar que se puede hacer doble clic sobre la capa en la TOC o abrir el menú contextual de esta e ir a *Properties*.

En la izquierda de la ventana, en el apartado *Show*, se nos muestran los diferentes tipos de simbologías o leyendas que se pueden generar. Haciendo clic sobre cada una de ellas se despliegan, mostrando los subtipos que estas contienen.

En la parte superior se nos da una descripción del tipo de simbología seleccionada.

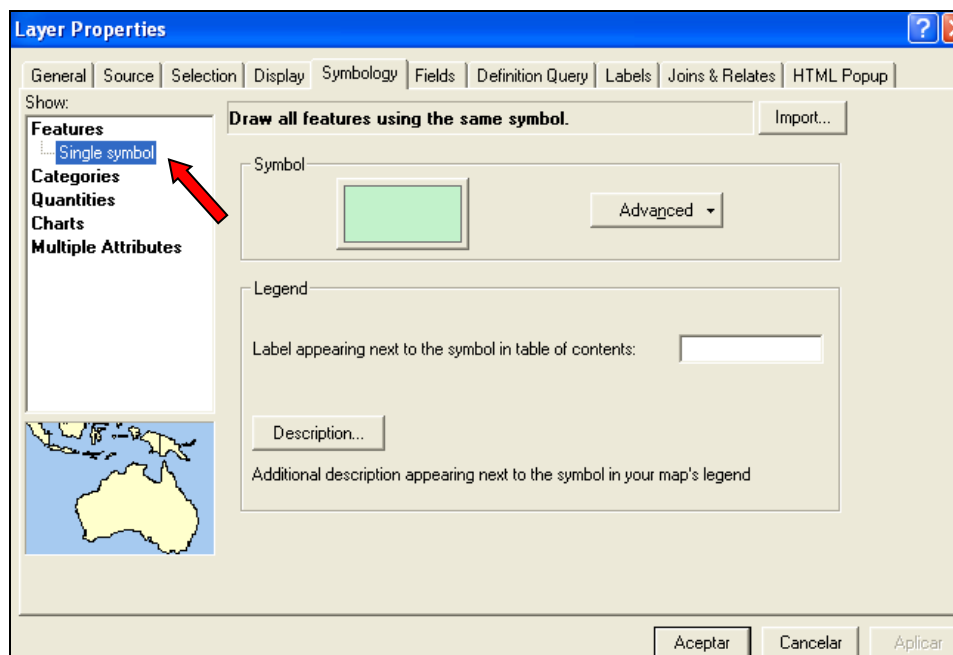


Figura 4.4. Ventana de Simbología dentro de las propiedades de la capa (*layer properties*).

Con el botón *Import...* podremos copiar la simbología de una capa del mapa o de un archivo de tipo *Layer*. También podremos importar un archivo de leyendas de ArcView 3.x.

En el resto de la ventana aparecen las opciones de tematización que varían en función del método de tematización escogido.

Elegir una simbología

- **Features**

El tipo de leyenda por defecto de *ArcGis*, es el **símbolo simple** (*Single symbol*). Este tipo de leyenda despliega todos los elementos de una capa usando el mismo símbolo. Esta tipología de leyenda es útil cuando sólo se necesita mostrar la localización de los elementos de una capa más que cualquiera de sus atributos.

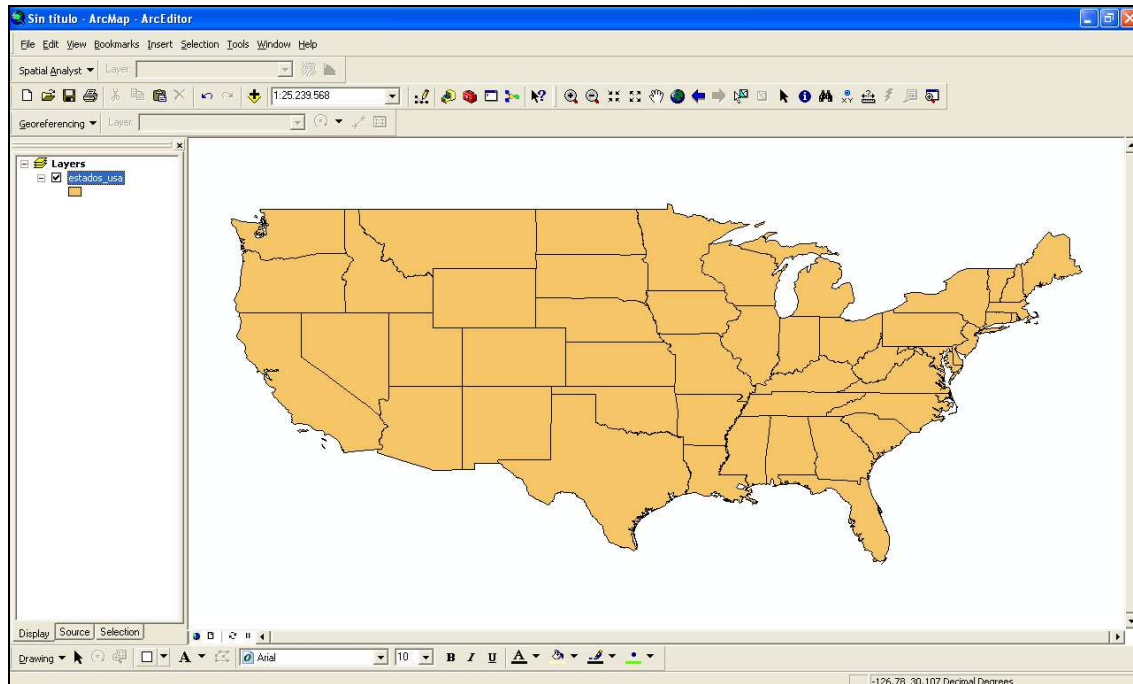


Figura 4.5. Leyenda de símbolo simple (*single symbol*).

- **Categories**

Los atributos que representan nombres o descripciones, son llamados atributos categóricos (o también atributos cualitativos o descriptivos). Normalmente son textos, pero también pueden ser números, si estos representan códigos descriptivos.

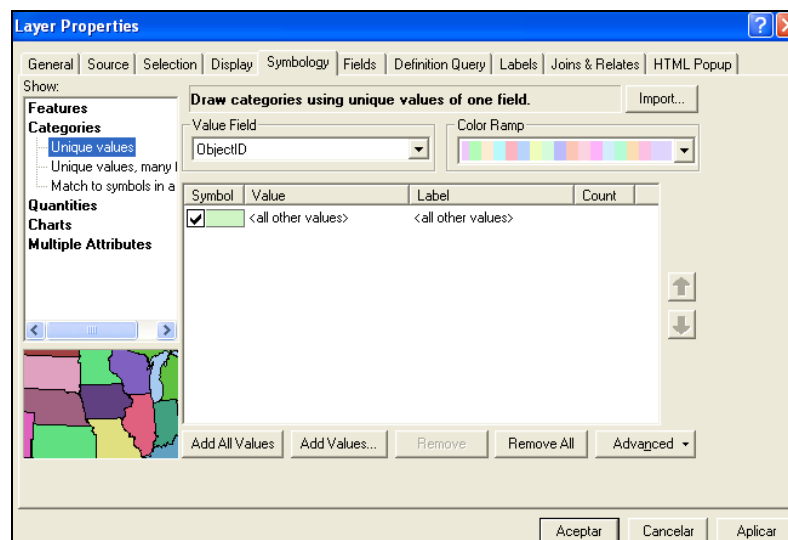


Figura 4.6. Leyendas de categorías (*categories*).

Se subdivide en tres categorías:

- **Unique Values** (valor único): Para un campo de atributos dado, puede representar cada valor único con un símbolo único. Este es el método más

efectivo para desplegar datos categóricos, como países, estados o territorios de venta.

- **Unique Values, many fields** (valor único para varios campos): Dibuja categorías usando valores únicos de la combinación de hasta tres campos.
- **Match to symbols in a Style** (casar los símbolos en una paleta): Dibuja todos los valores únicos que tienen un símbolo, con el nombre de este valor en una determinada paleta o estilo.

Ejemplo, vamos a representar los Estados Unidos de América por subregiones:

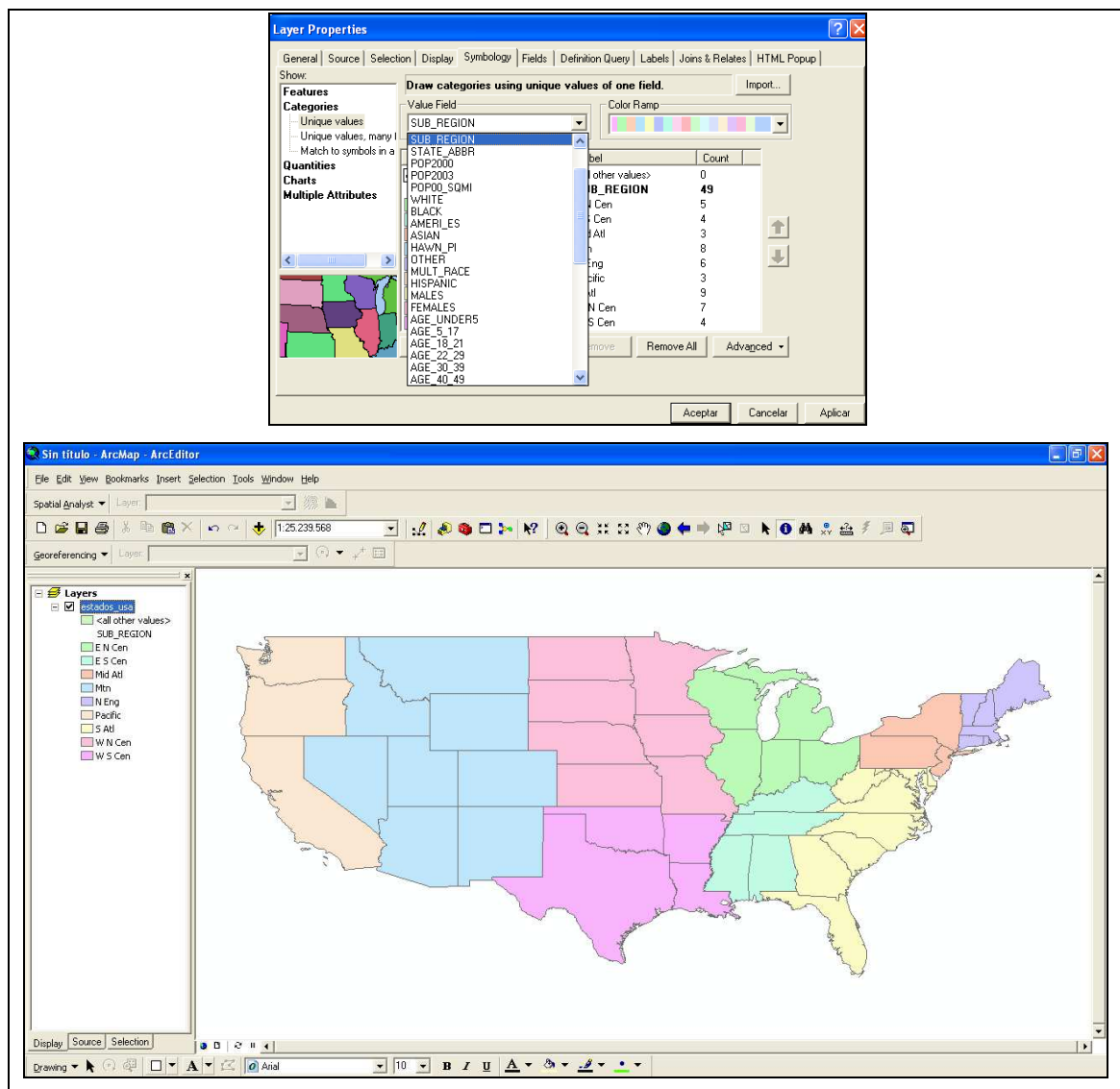
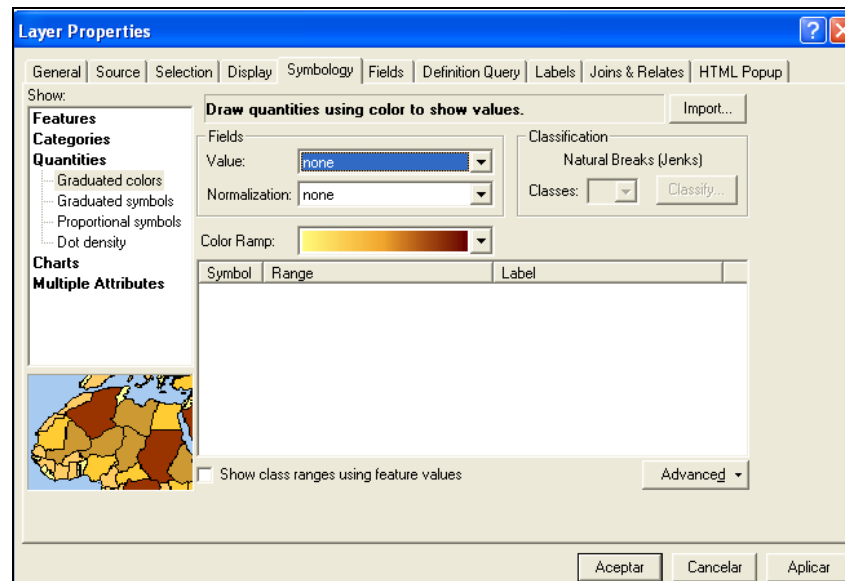


Figura 4.7. Representación de leyenda de valor único (*Unique values*).

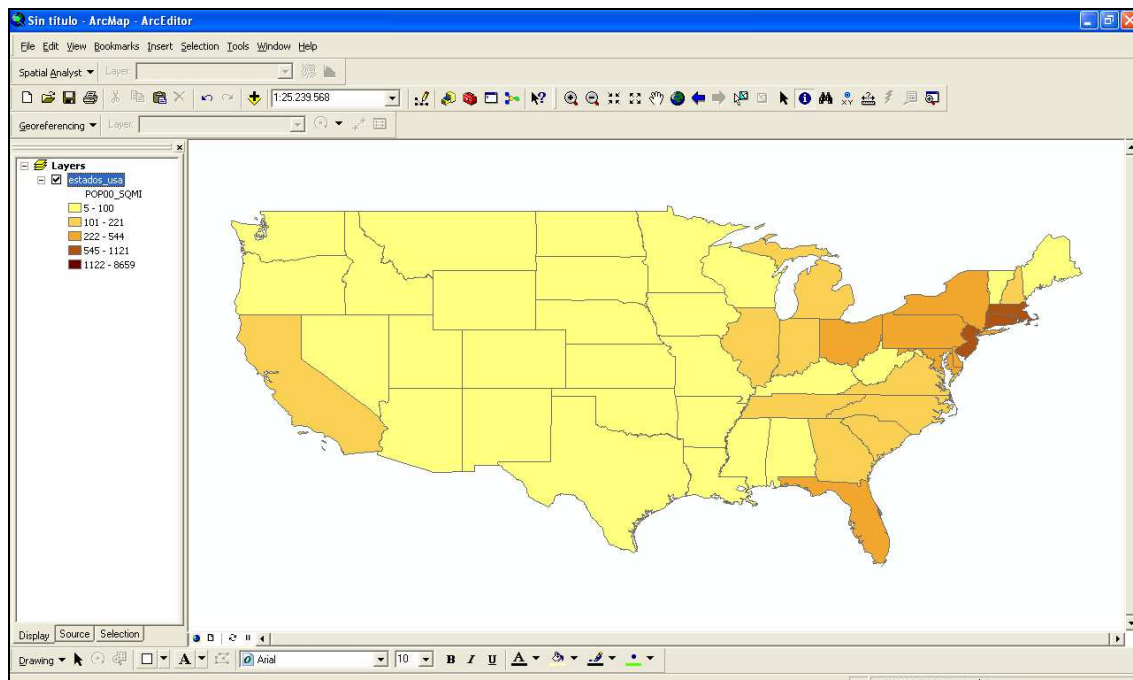
- **Quantities**

Se utiliza para representar atributos numéricos.

Figura 4.8. Leyendas de cantidades (*quantities*).

Dentro de Quantities tenemos cuatro tipos de tematización:

- **Graduated Colors (color graduado):** Este tipo de leyenda despliega elementos usando una gama de colores. El color graduado es usado principalmente para desplegar datos numéricos que tienen una progresión o gama de valores, como la temperatura, población o ventas anuales.

Figura 4.9. Representación de leyenda de colores graduados (*graduated colors*).

- **Graduated Symbol (símbolo graduado):** Este tipo de leyenda despliega elementos usando un símbolo único que ofrece una gama de tamaños,

representando una progresión de valores. El símbolo graduado es útil para representar datos que muestran tamaño o magnitud.

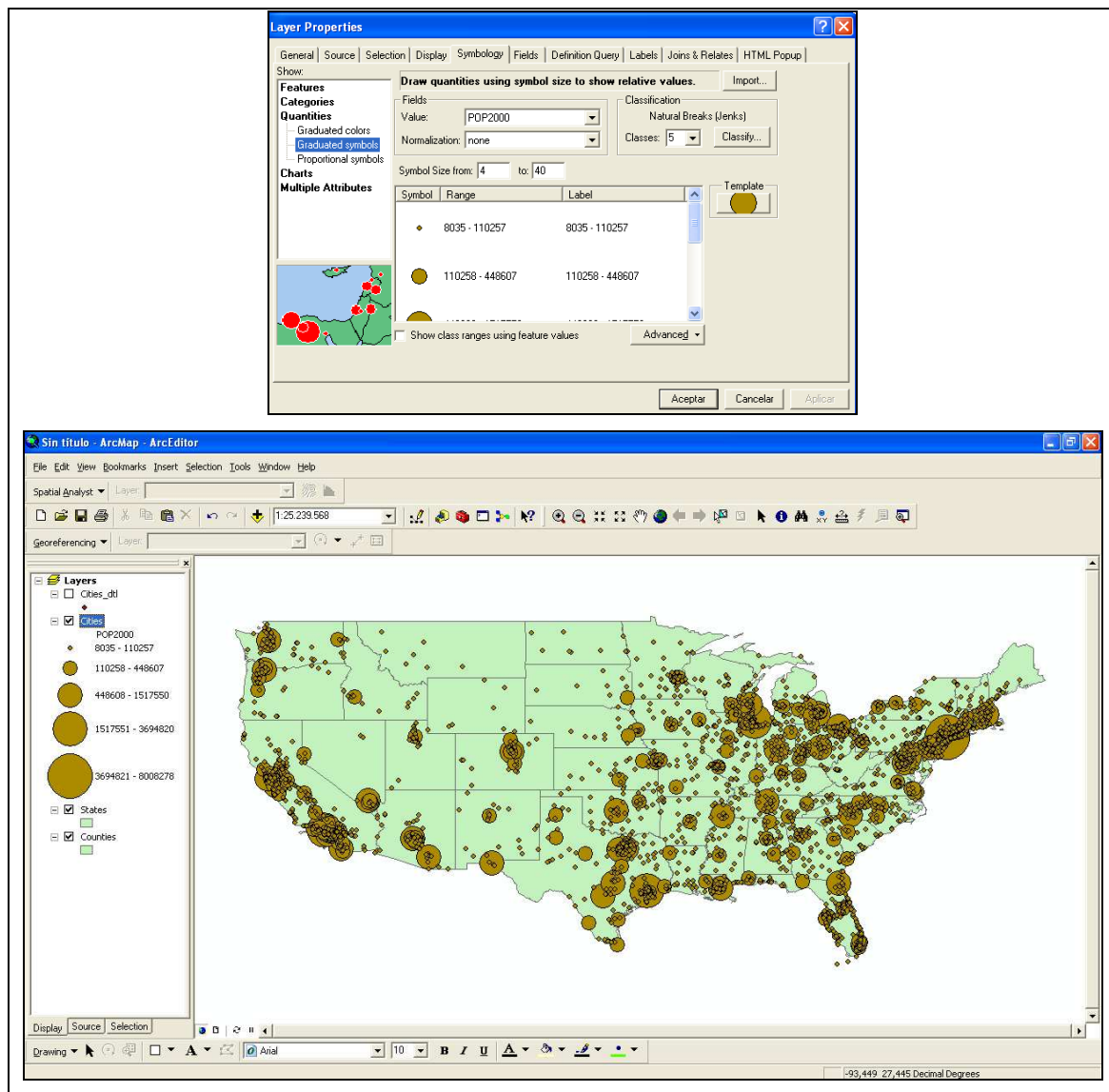


Figura 4.10. Representación de leyenda de símbolos graduados (*graduated symbols*).

- **Proporcional Symbol (símbolo proporcional):** Cuando se dibujan elementos de una capa con símbolos graduados, los valores cuantitativos son agrupados en categorías o rangos. Dentro de un rango, todos los elementos son dibujados con el mismo símbolo. Así no se puede distinguir el valor de un elemento individual. Los Símbolos proporcionales representan el valor de los datos con más precisión. El tamaño de un símbolo proporcional refleja el valor de datos real. Por ejemplo, podríamos hacer un mapa de terremotos usando círculos proporcionales, donde el radio del círculo se base en la magnitud del temblor.

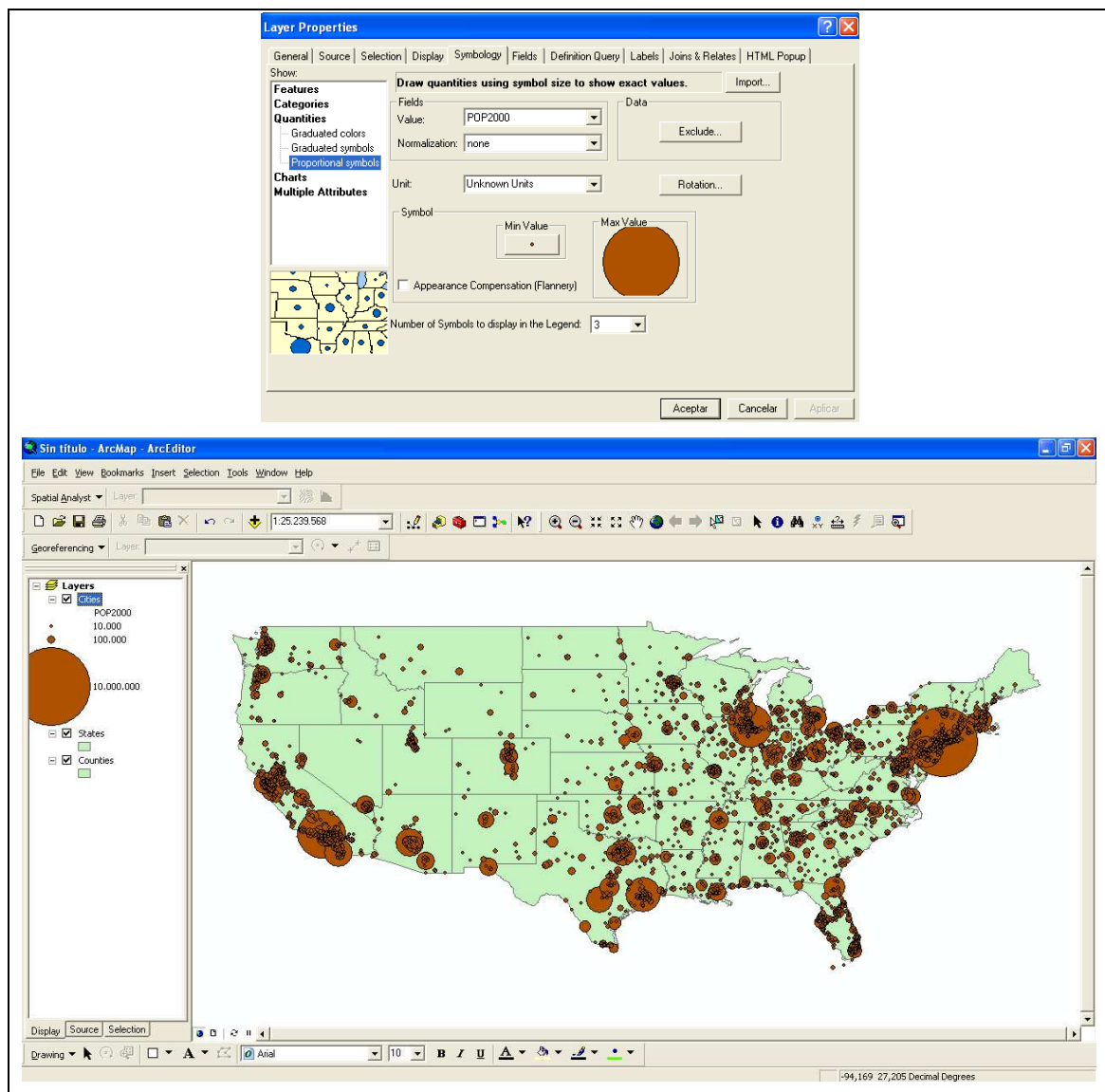


Figura 4.11. Representación de leyenda de símbolos proporcionales (*proportional symbols*).

- **Dot Density (Densidad de puntos):** Se pueden desplegar los elementos de una capa de polígonos usando puntos para representar los valores de un campo de atributos. Este método es bueno para mostrar cómo un atributo, población, granjas o barriles de aceite crudo están distribuidos a lo largo de una zona. Por ejemplo, un mapa de densidad de puntos que representa poblaciones mostrará las concentraciones de puntos más fuertes donde viva más gente, como a lo largo de un río y cerca de costas.

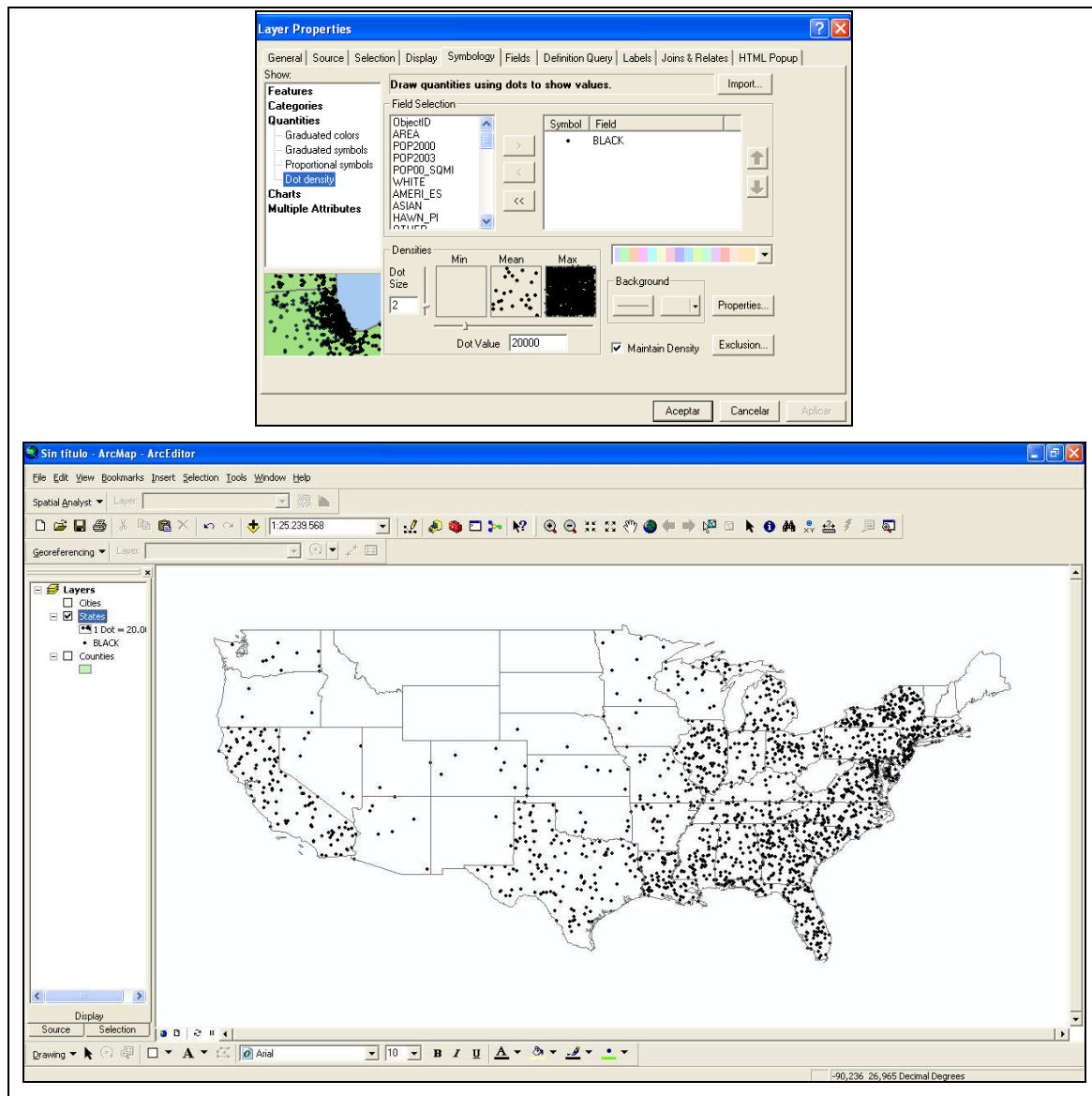


Figura 4.12. Representación de leyenda de densidad de puntos (*dot density*).

• Charts

Se pueden desplegar varios atributos de elementos usando un gráfico de sectores, un gráfico de columnas (barras) o un gráfico de barras apiladas. Cada porción (gráfico de sectores o barras apiladas) o columnas (gráfico de barras), corresponde a un atributo especificado y el tamaño de cada sector o columna, se determina por el valor de cada atributo. Este tipo de leyenda es útil para comparar los valores de múltiples atributos, por ejemplo, la diversidad étnica de una población o los tipos de especies de vida salvaje encontrados en una reserva.

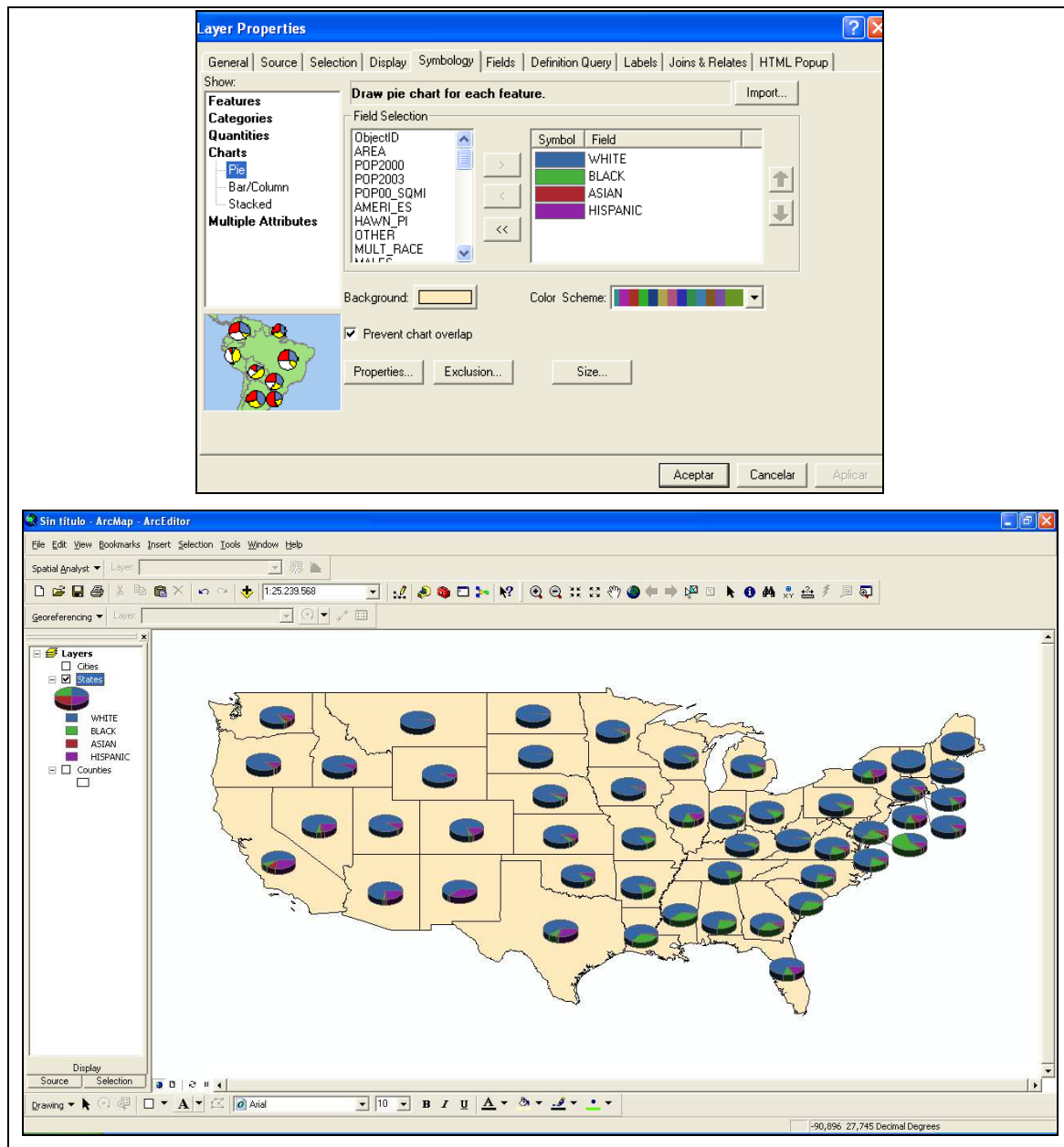


Figura 4.13. Representación de leyenda de gráfico de sectores.

- **Multiple Attributes (atributos múltiples)**

La tabla de atributos de una fuente de datos, por lo general, tiene diversos atributos que describen los elementos que esta contiene. Aunque normalmente se usa uno de los atributos para representar los datos (ya sean atributos cualitativos o cuantitativos) a veces puede interesarnos utilizar más de uno.

Por ejemplo, se podría representar una red de carreteras usando dos atributos, uno para representar el tipo de carretera y otro para representar el volumen de tráfico de cada una. En este caso, se podrían usar colores de línea diferentes para representar los diferentes tipos de carretera, y también variar la anchura de línea para indicar el volumen de tráfico a lo largo de cada camino. A esta operación se le llama

representación multivariable. Este sistema permite mostrar más información sobre los datos de forma eficaz y, sin embargo, también puede hacer más difícil de interpretar el mapa. A veces, puede ser mejor crear dos mapas separados antes que intentar mostrar toda la información de forma conjunta.

Elegir un método de clasificación

Cuando usamos un color graduado o un tipo de leyenda graduado, podemos elegir como queremos que *ArcGis* divida los datos en clases o intervalos. Diferentes métodos de clasificación se prestan a diferentes tipos de datos.

Por omisión, *ArcGis* utiliza el método de *clasificación de rupturas naturales* (*natural breaks*) con cinco clases.

Si no queremos usar el método de clasificación por omisión, podemos cambiarlo usando el cuadro de diálogo *Clasificación*. Para acceder a él, debemos hacer clic sobre el botón **Classify...** cuando tengamos seleccionado un tipo de representación cuantitativa.

Desde el cuadro *Clasificación*, podemos elegir un método diferente de clasificar los datos, el número de clases que queramos y la forma en cómo queremos efectuar el redondeo de valores numéricos. Antes de poder elegir un método de clasificación, debemos especificar el atributo cuyos valores queramos clasificar. *ArcGis* no limita el número de clases.

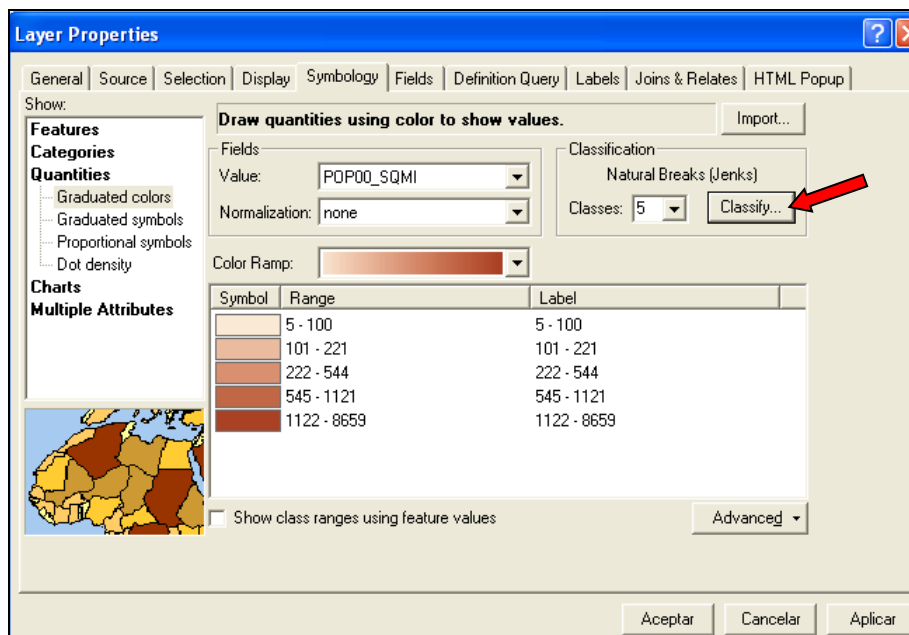


Figura 4.14. Métodos de clasificación (botón *Classify...*).

- **Natural Breaks (rupturas naturales)**

Las rupturas naturales son el método de clasificación por defecto en *ArcGIS*. Este método identifica saltos de valor importantes en la secuencia de valores para crear clases.

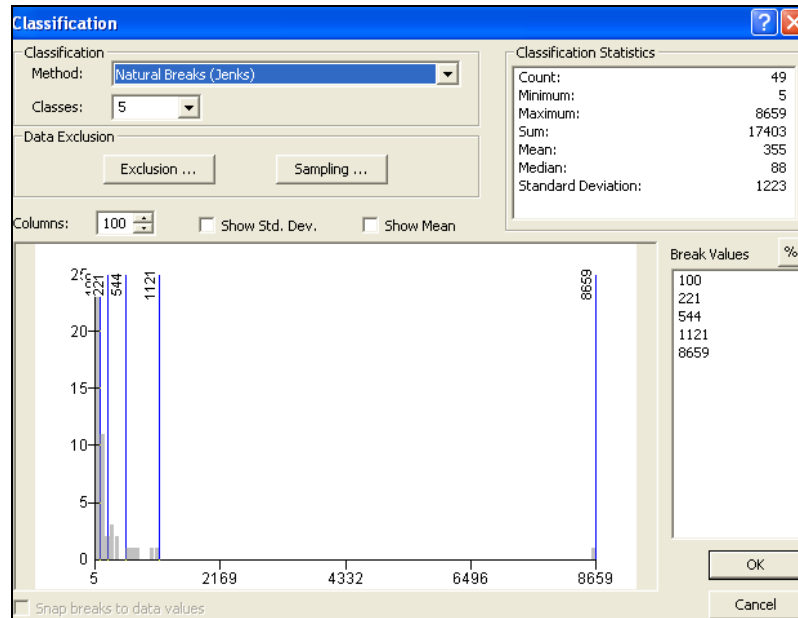


Figura 4.15. Clasificación mediante rupturas naturales (*Natural breaks*).

Permite ver agrupaciones y patrones de distribución inherentes a los datos.

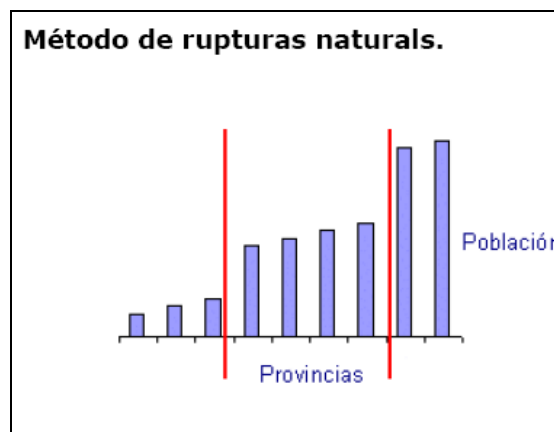


Figura 4.16

Ejemplo: la elaboración de la leyenda de población de 2003 para los estados de América, establece una sola clase para California (más de 35 millones). En la siguiente clase aparecen estados como NY o Texas, entre otros, con una población de entre 10 y 22 millones de habitantes (figura 4.17).

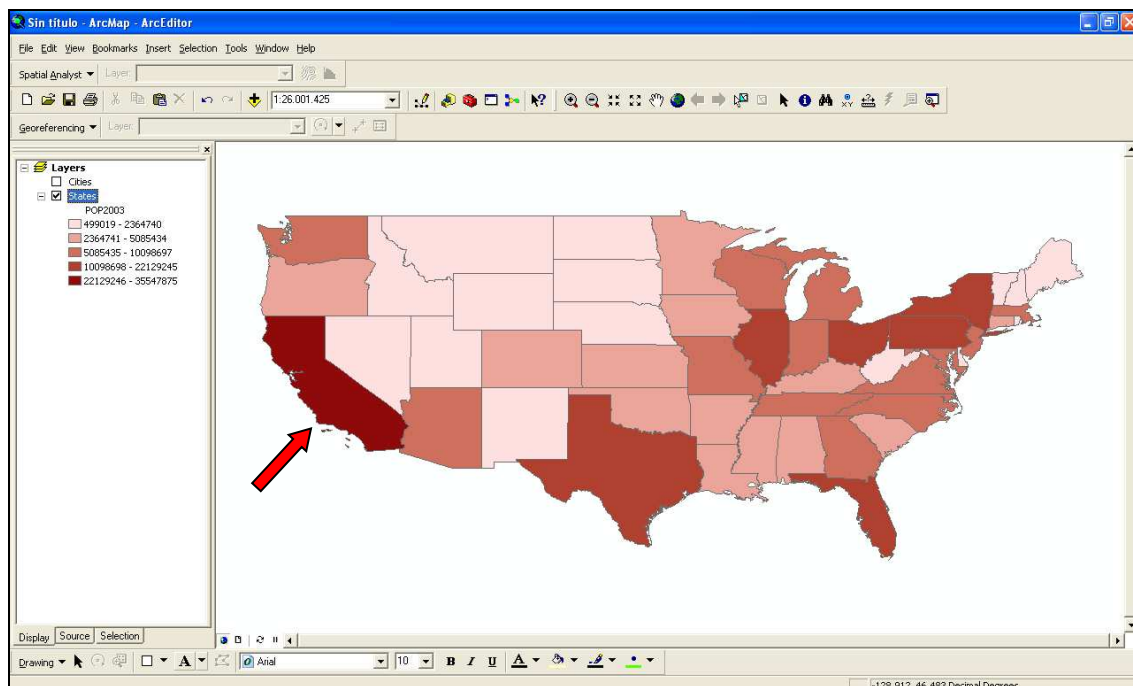


Figura 4.17. Representación mediante rupturas naturales (*Natural breaks*).

- **Quantile (Cuantil)**

En el método de clasificación cuantil, los valores se dividen de forma que cada intervalo contenga el mismo número de elementos. Las clases cuantiles son quizás las más fáciles de entender, pero pueden desorientar.

Los censos de población, por ejemplo, pueden no ser adecuados para la clasificación cuantil, porque los sitios menos poblados se incluyen en la misma clase que los sitios altamente poblados.

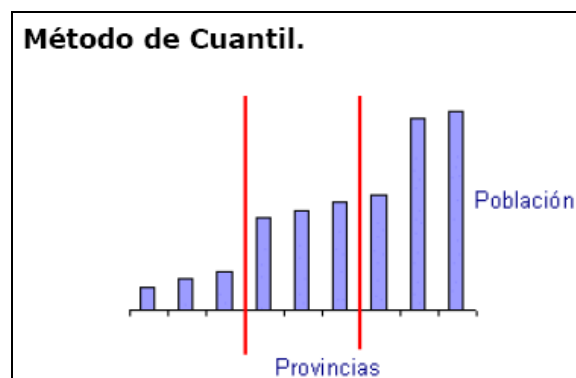


Figura 4.18

Ejemplo: En el mapa siguiente, los 48 estados USA están divididos en cinco intervalos; con Michigan, que tiene aproximadamente 10 millones de personas, situado

en la misma clase que California, que tiene más de 35 millones de habitantes (figura 4.19).

Se puede mitigar la distorsión aumentando el número de clases. Por ejemplo, usando ocho clases en lugar de cinco.

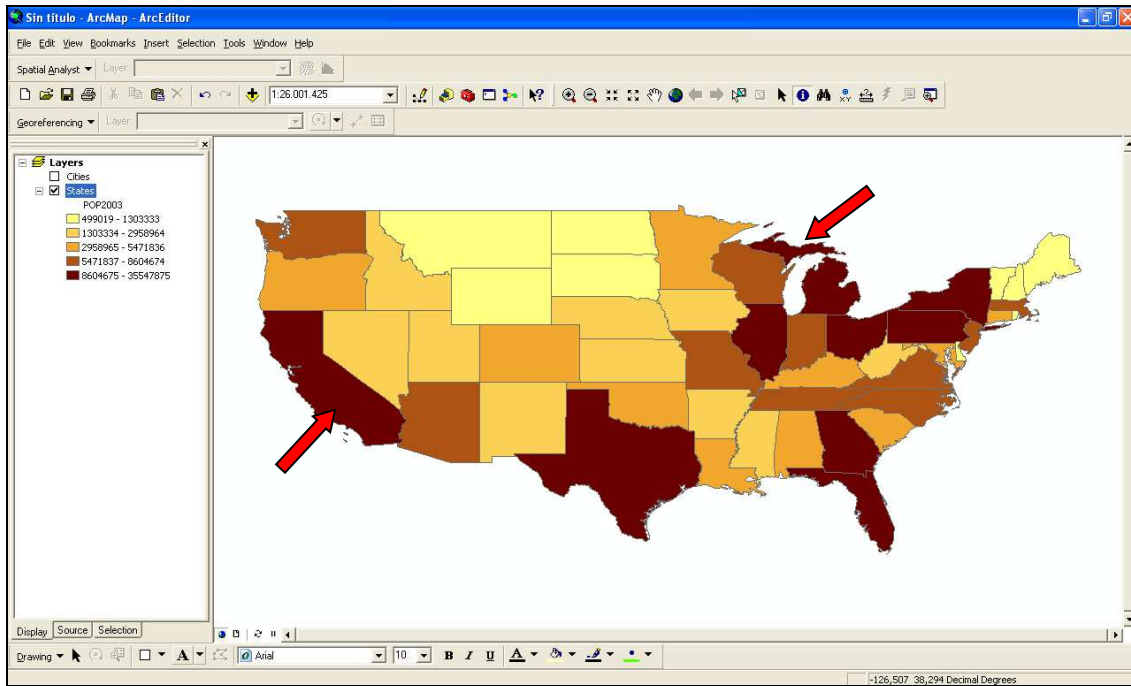


Figura 4.19. Representación mediante cuantiles (*quantiles*).

- **Equal Interval (intervalos iguales)**

El método de Clasificación de intervalos iguales divide el rango de valores de los atributos en intervalos de igual de igual tamaño.

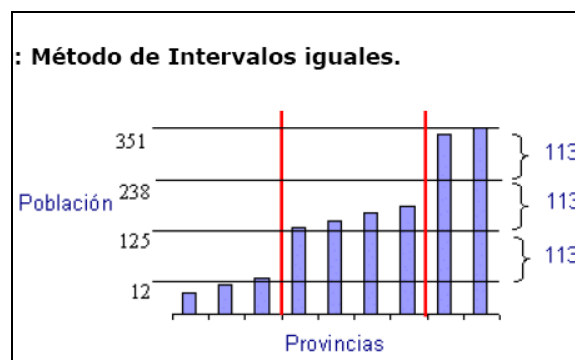


Figura 4.20

Este método es muy útil cuando se quiere enfatizar una aglomeración. Mediante esta clasificación hemos conseguido mostrar la gran diferencia entre la población de California y el resto de Estados de USA (figura 4.21).

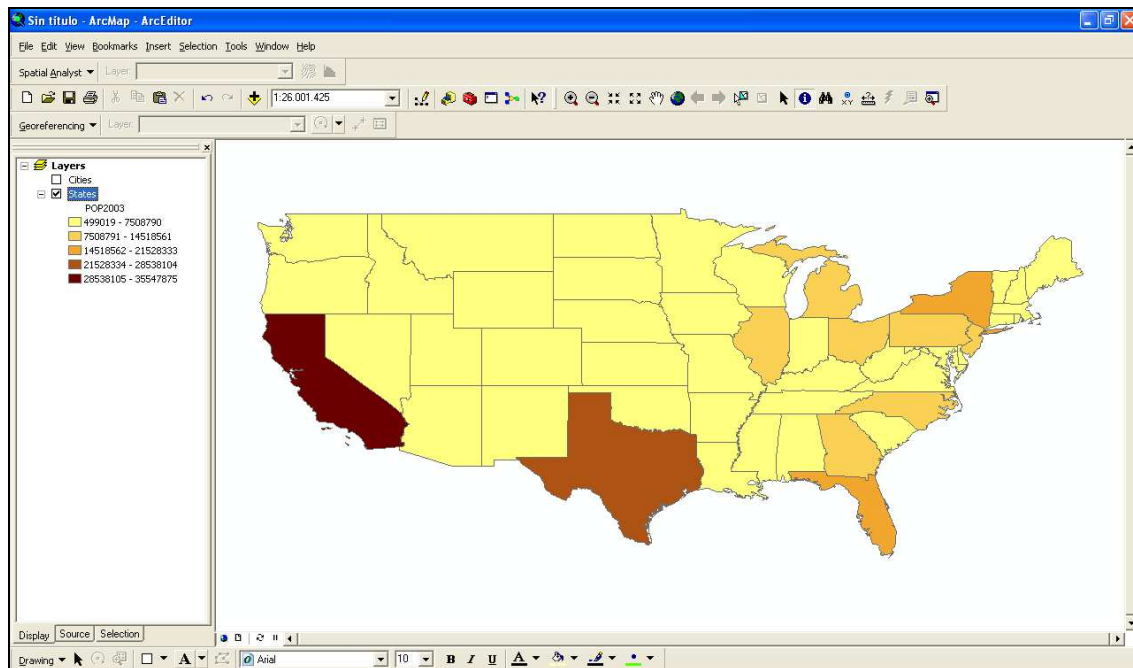


Figura 4.21. Representación intervalos iguales (*equal interval*).

- **Defined Interval (intervalos Definidos)**

Este método permite definir un tamaño fijo para cada intervalo. El número de intervalos dependerá del tamaño que definamos. Es similar al método de intervalos iguales con la diferencia de que, mientras en el anterior definimos el número de intervalos y el sistema se encargaba de calcular el tamaño de estos, aquí definimos el tamaño y el sistema calcula el número de intervalos.

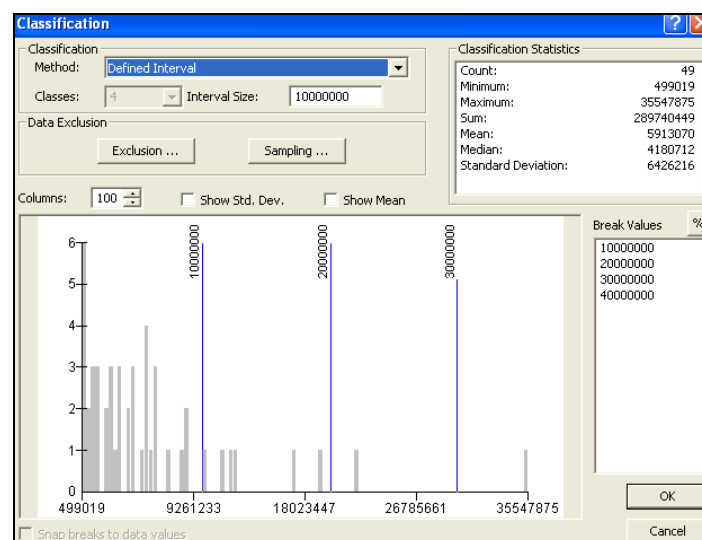


Figura 4.22. Método de representación de intervalos definidos (*defined interval*).

La utilidad de este método es la misma que la de los intervalos iguales.

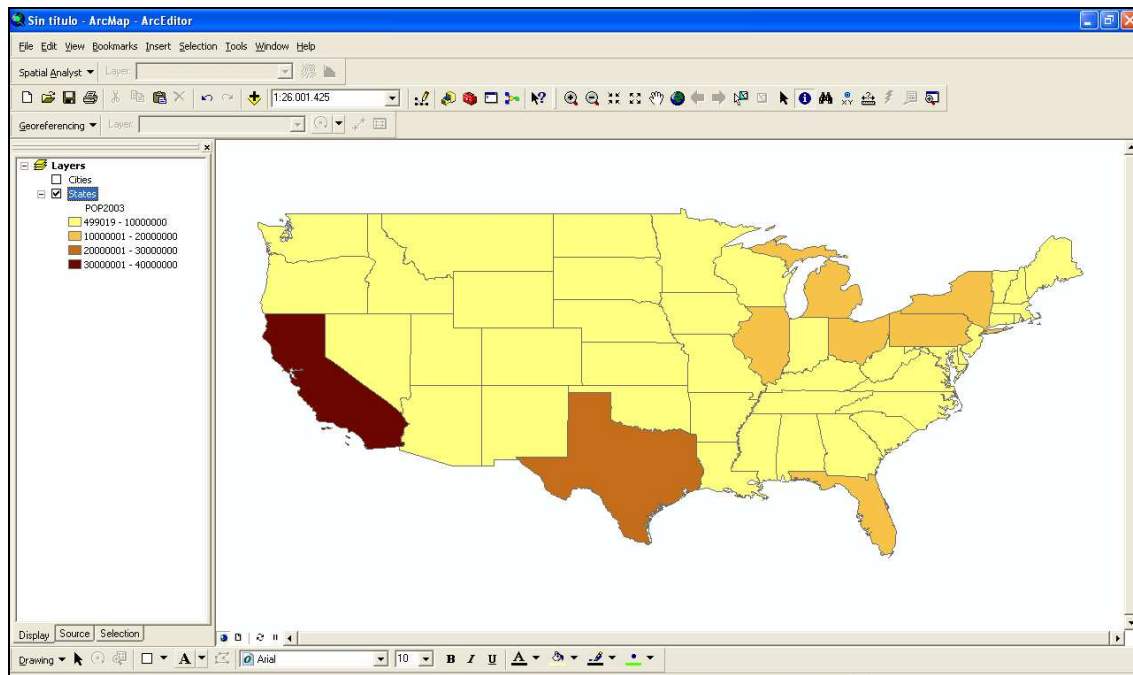


Figura 4.23. Representación intervalos definidos (*defined interval*).

- **Standard Deviation (Desviación Estándar o Típica)**

Muestra la distribución sobre y bajo la media. Cuando se clasifican datos usando el método de desviación típica, *ArcGIS* encuentra el valor medio, después coloca espacios de separación entre clases por encima y por debajo de la media a intervalos de $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{3}$, $\frac{1}{2}$ ó 1 de desviación.

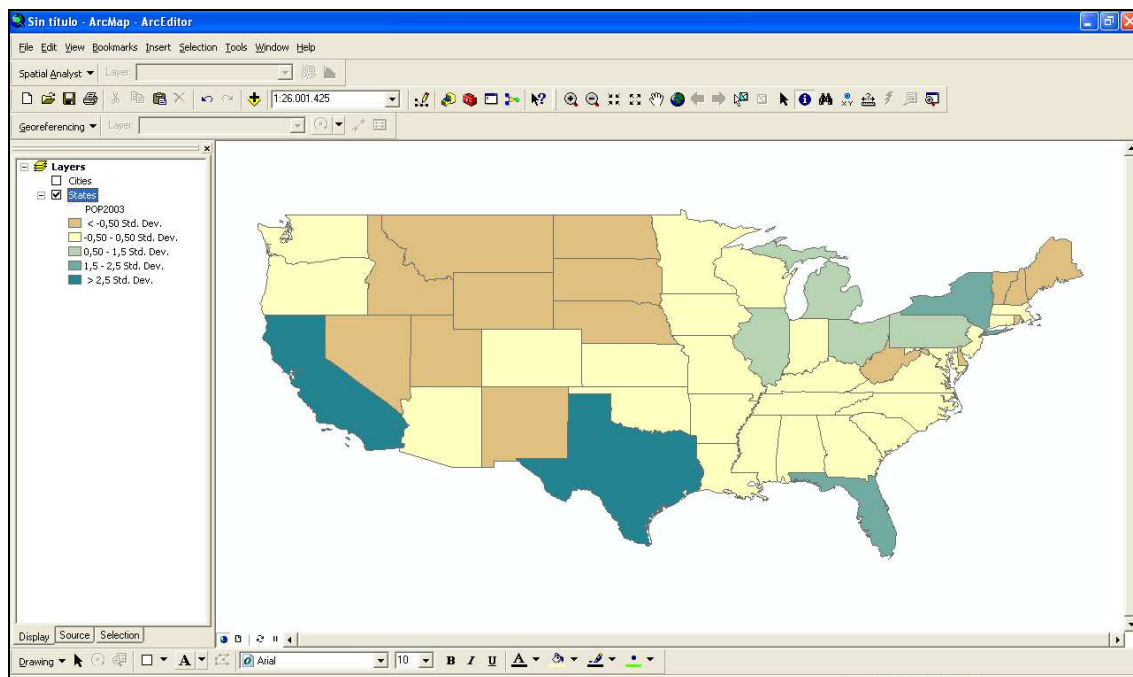


Figura 4.24. Representación desviación típica (*standard deviation*).

Normalizar los datos

ArcGIS permite expresar los datos numéricos como un porcentaje. Se pueden normalizar los datos de dos formas:

- **Por porcentaje del total**

En lugar de hacer mapas de recuentos totales (poblaciones, ventas, etc.), se puede normalizar estos valores dividiendo cada valor por el total de todos los valores. Los valores resultantes, se expresan como porcentajes (porcentaje del total).

Ejemplo: clasificación de la población de 2003 de los estados USA normalizada por el total.

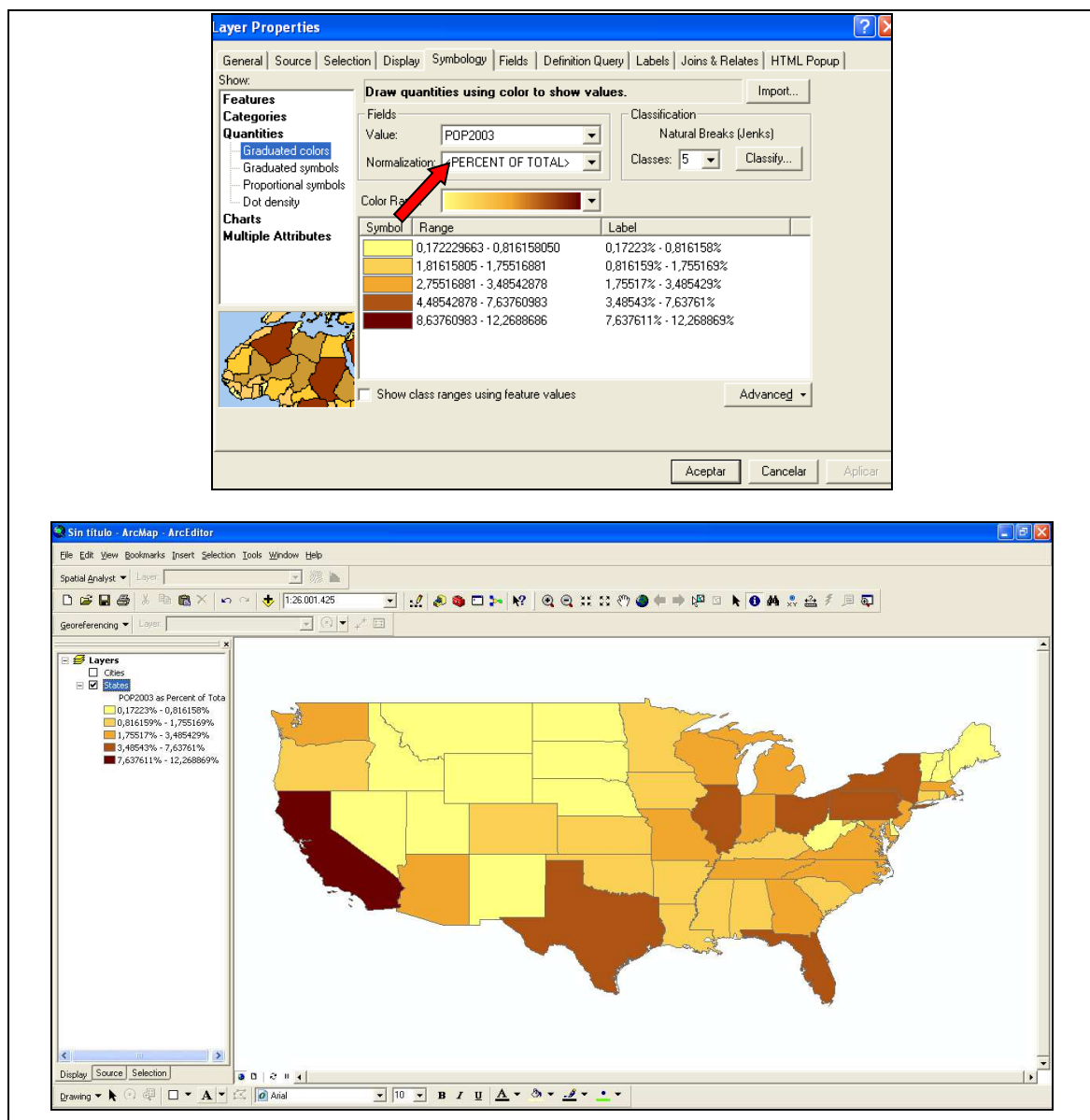


Figura 4.25. Representación normalizando los datos mediante porcentaje del total.

- **Por el valor de otro atributo**

Otra forma de normalizar los datos es dividir los valores del campo que se esté clasificando por los valores de otro campo. Por ejemplo, se puede hacer un mapa de la densidad de población dividiendo recuentos de población por valores de áreas:

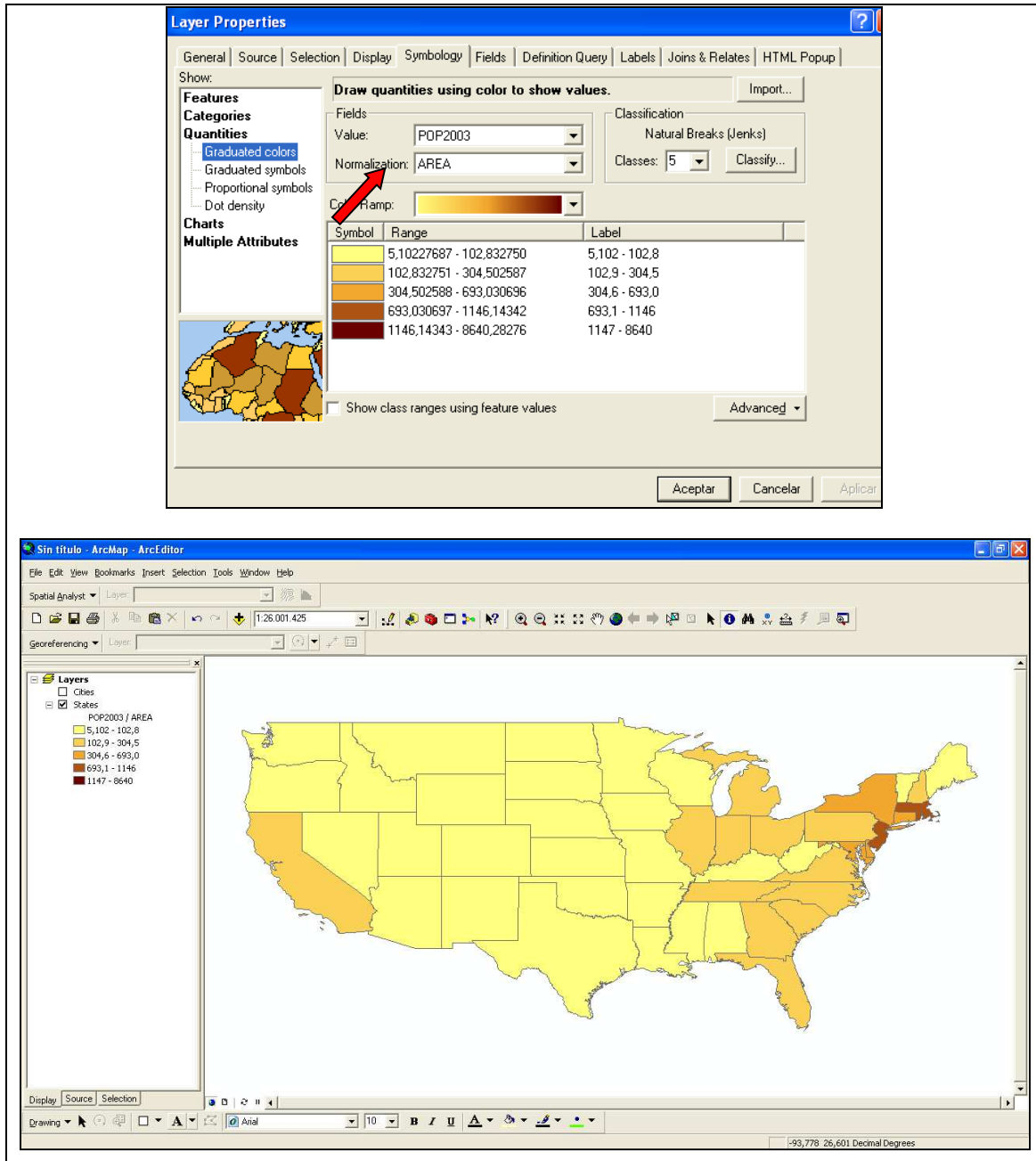


Figura 4.26. Representación con datos normalizados por otro atributo de la base de datos.

En algunos casos puede que los datos ya estén normalizados (por ejemplo, en el caso anterior, si existe un campo de densidad de población), de manera que no debiéramos intentar volver a normalizarlos. Si los valores o el nombre del atributo que estamos clasificando indican que los datos están ya expresados como un porcentaje

(índice de divorcio de 0.34) o densidad (número de habitantes por milla cuadrada de 320), entonces probablemente los datos ya estén normalizados.

Modificar elementos de leyendas. Manipular clases

- **Añadir y suprimir clases**

Además de cambiar el número de clases en el cuadro *Clasificar*, ArcGIS nos permite añadir y suprimir clases.

Si representamos atributos cualitativos con una leyenda tipo *Unique Values* (valor único) podremos escoger entre representar todos los valores o los que nosotros deseemos.

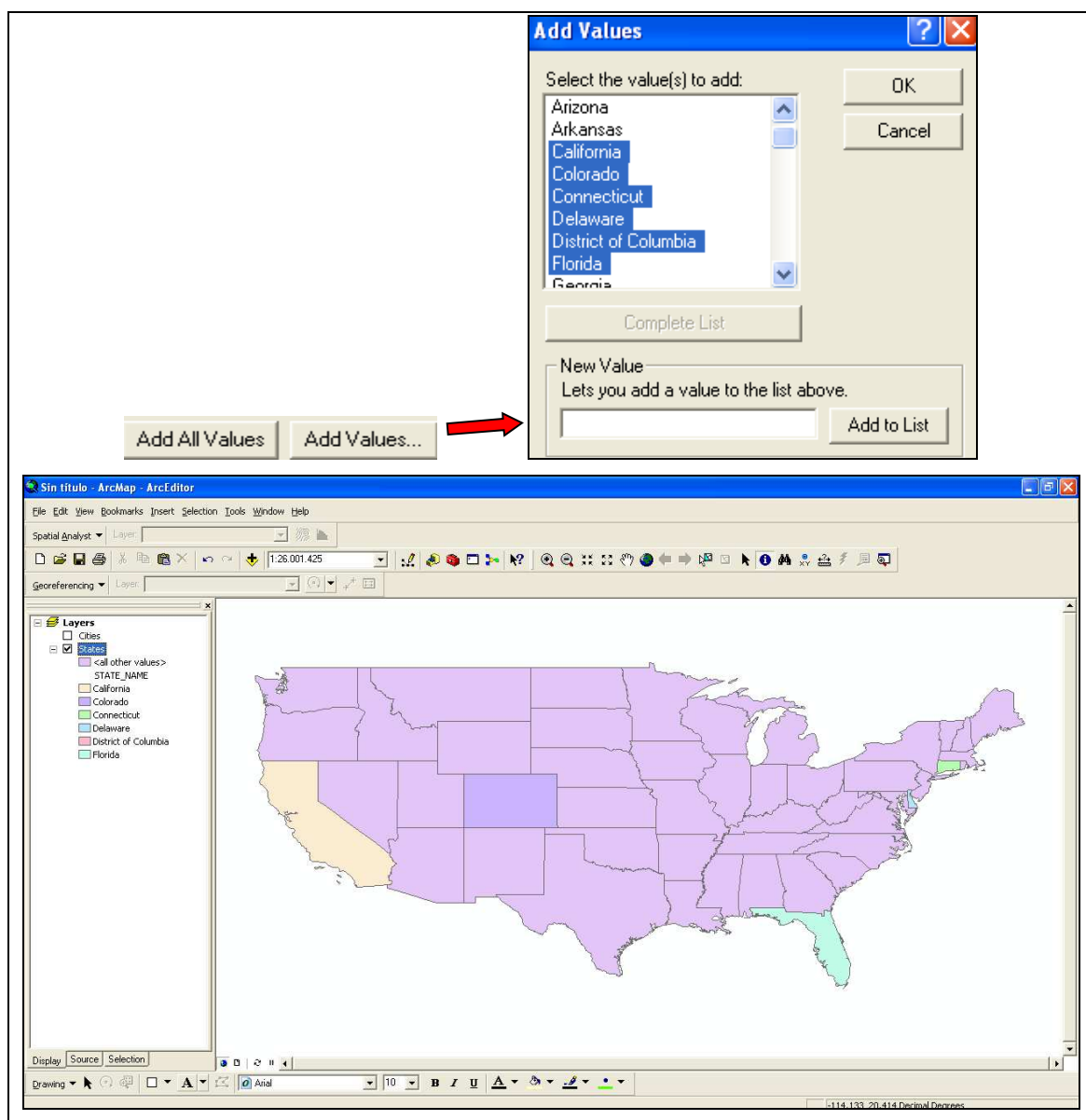


Figura 4.27. Representación de los valores escogidos de un atributo determinado.

Para borrar una clase o intervalo, nos situaremos sobre el símbolo de esta y abriremos su menú contextual, como indica la imagen inferior.

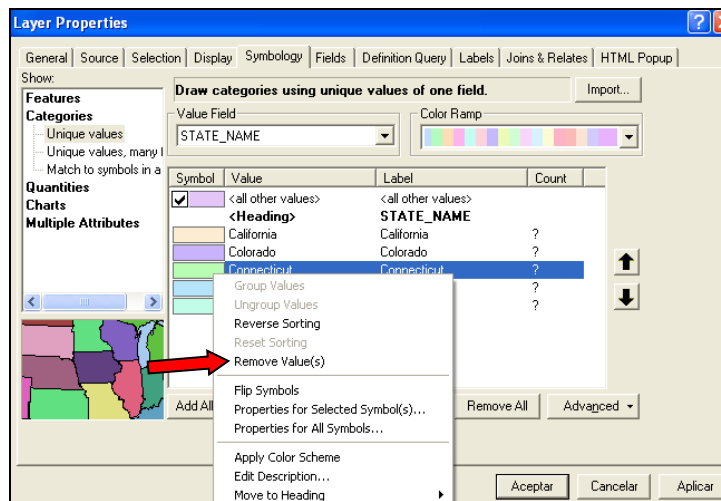


Figura 4.28. Borrar una clase o intervalo cualitativo.

En el caso de valores cuantitativos, podemos excluir (*Exclusion*) aquellos que no nos interese representar desde la ventana *Classification*.

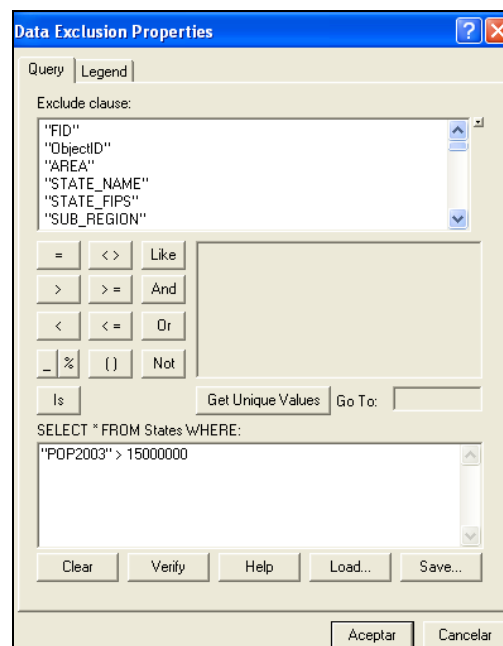


Figura 4.29. Exclusión de una clase o intervalo cuantitativo.

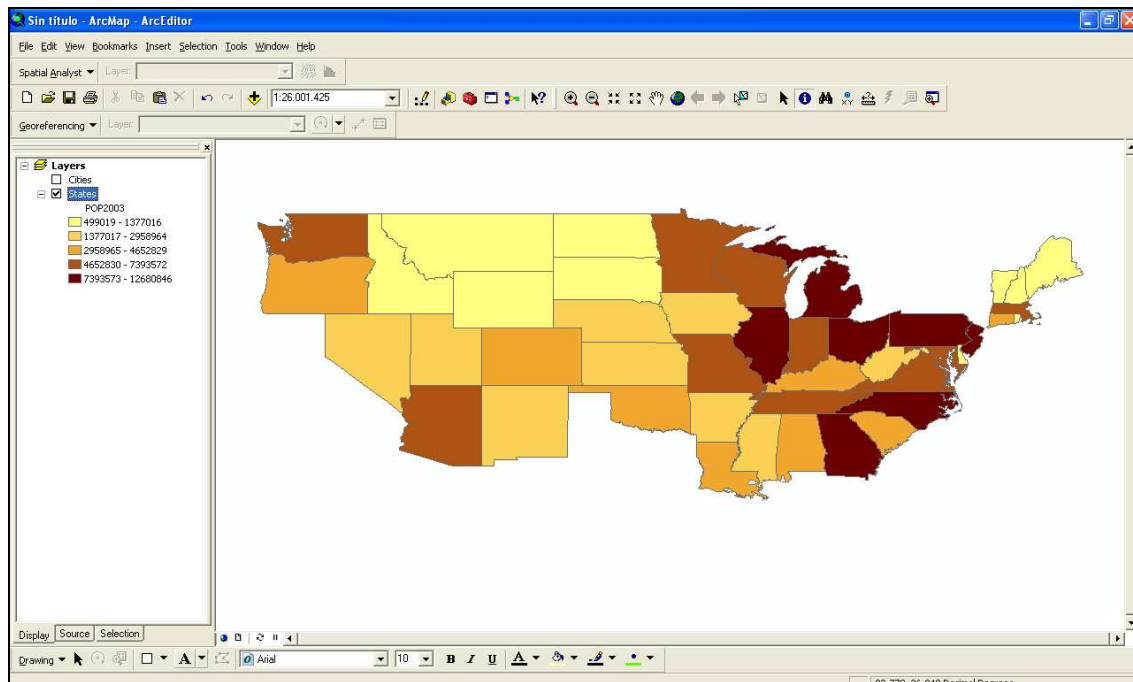


Figura 4.30. Representación excluyendo una clase o intervalo cuantitativo.

- **Flip Symbols (Girar símbolos)**

Desde el menú contextual nos permite cambiar el orden de los símbolos (de la paleta de color, por ejemplo) en la leyenda.

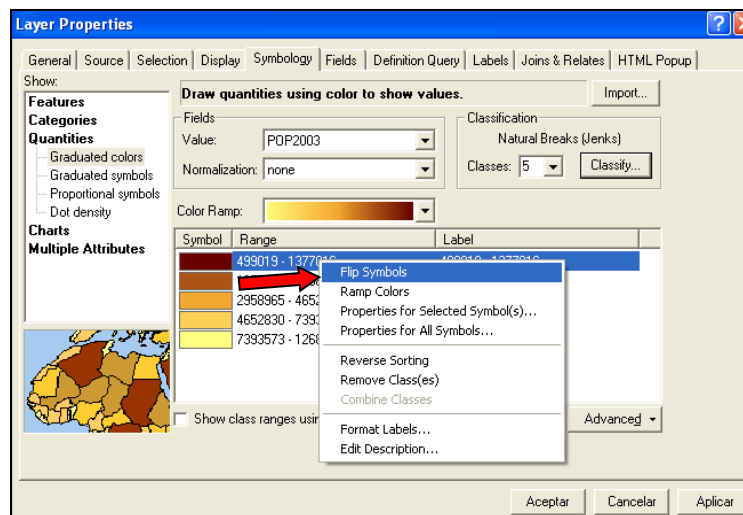
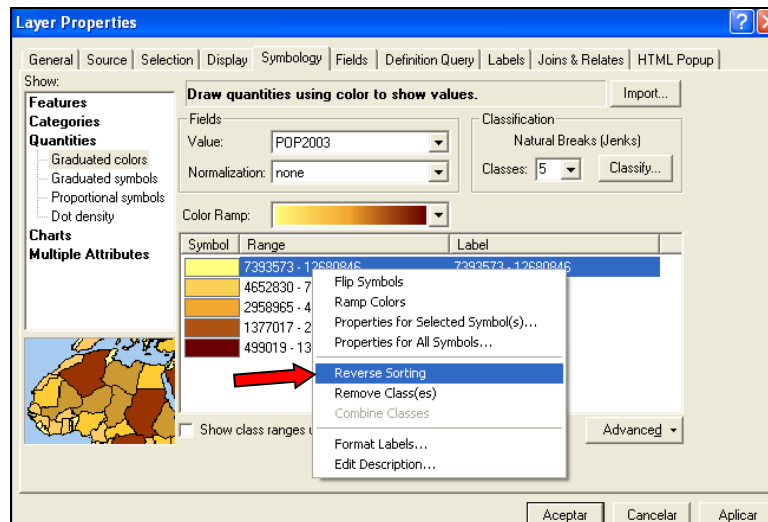


Figura 4.31. Invertir paleta de símbolos (*flip symbols*).

- **Reverse Sorting (cambiar orden)**

Cambia el orden de los valores de la leyenda.

Figura 4.32. cambiar orden (*reverse sorting*).

- **Cambiar simbología**

Cuando tenemos clasificados los valores tal y como serán representados en el mapa, podemos cambiar la simbología si la que nos ha salido por defecto, no es de nuestro agrado. Una manera, es hacerlo manualmente mediante un doble clic sobre el símbolo y abriendo el *Symbol Selector*.

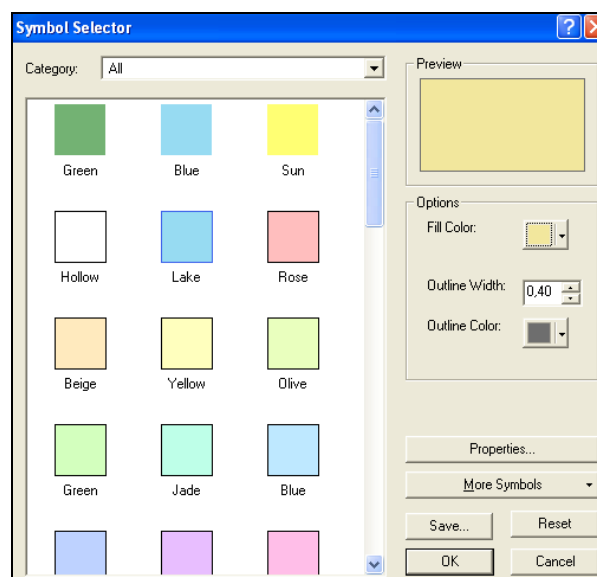


Figura 4.33. cambiar simbología.

- **Ramp Colors / Color Échème (Graduación de colores / Combinación de colores)**

ArcGis nos ofrece por defecto una gama de graduaciones de colores predefinidas las cuales podemos aplicar a la representación de nuestros atributos.

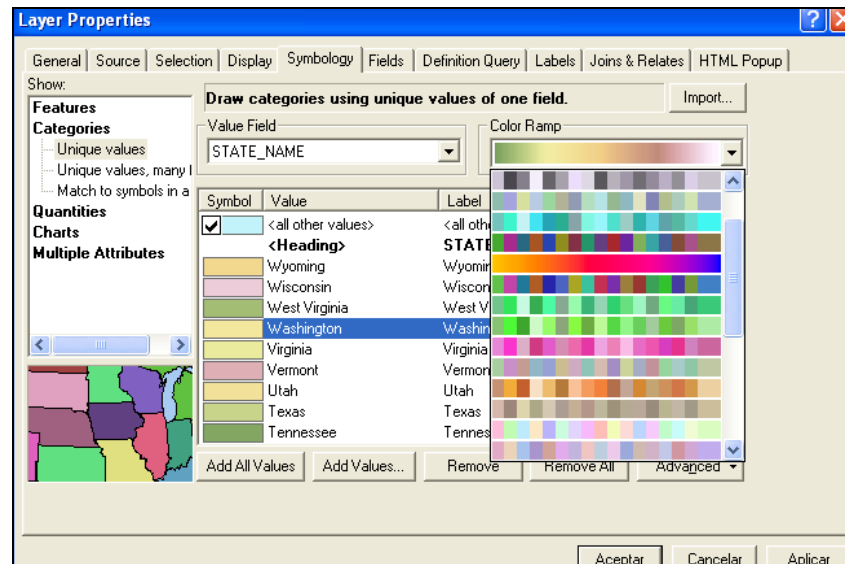


Figura 4.34. Rampas de color y esquemas de color.

En el caso de valores cuantitativos, hablaremos de *Color Ramp*. Para valores cualitativos hablaremos de *Color Scheme*.

Si representamos valores cuantitativos, también podemos crear una graduación de colores personalizada. Para eso seleccionaremos un color inicial de la graduación sobre uno de los intervalos y un color final sobre otro intervalo y aplicaremos *Ramp Color* (con el menú contextual). De manera que automáticamente se genera una graduación de colores entre el primer y el segundo color seleccionado.

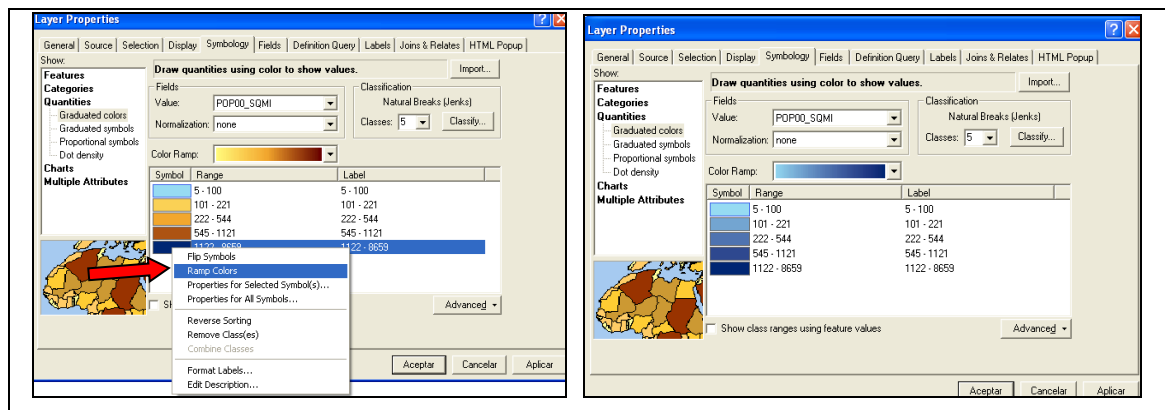


Figura 4.35. Creación de una graduación de color personalizada.

- **Ordenar símbolos de la leyenda**

Podemos cambiar el orden de los símbolos dentro de las leyendas cualitativas, con la ayuda de las flechas situadas a la derecha de la ventana.

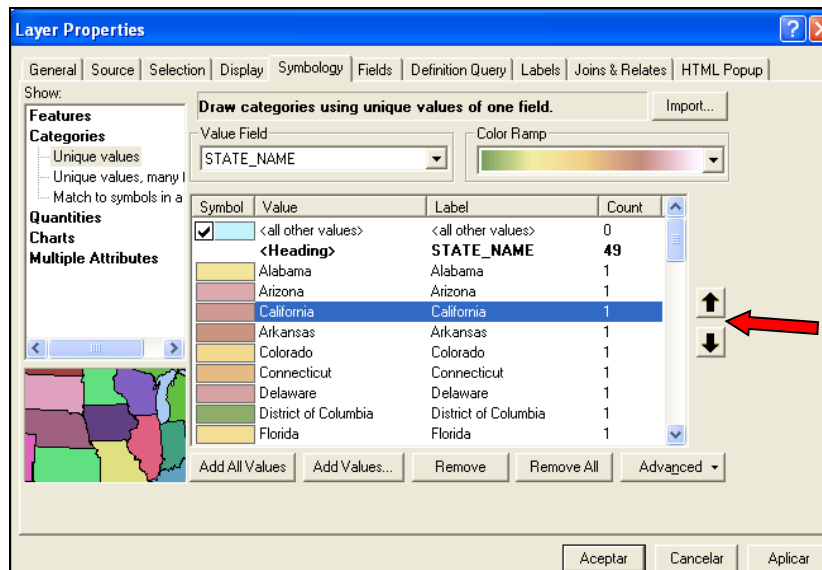


Figura 4.36. Ordenar símbolos de la leyenda.

- **Editar etiqueta**

Si deseamos que en la leyenda del mapa aparezca un texto diferente al de la base de datos que acompaña al símbolo, sólo deberemos seleccionar dentro de la columna *label*, la etiqueta que deseamos editar.

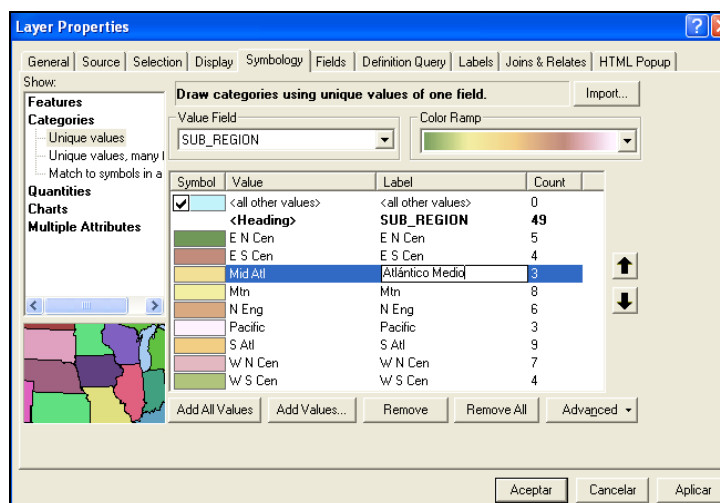


Figura 4.37. Editar etiquetas cualitativas de la leyenda.

- **Editar valores**

De la misma manera que se editan las etiquetas, de los valores cuantitativos pueden editarse manualmente los rangos o intervalos.

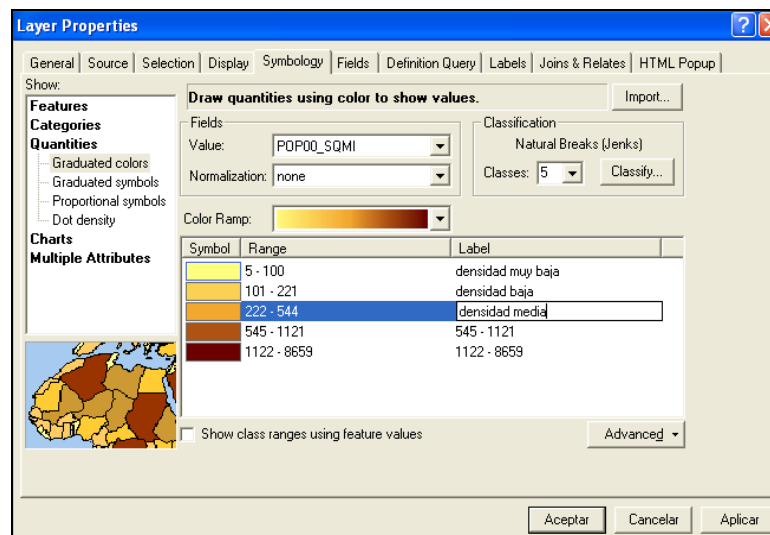


Figura 4.38. Editar etiquetas cuantitativas de la leyenda.

- **Formato de las etiquetas**

Abriendo el menú contextual dentro de la ventana de definición de leyendas, cambiaremos el formato en que los valores numéricos serán representados. Por ejemplo, si mostramos los valores normalizados según el porcentaje sobre el total, aquí definiremos el número de decimales que queremos que se muestren.

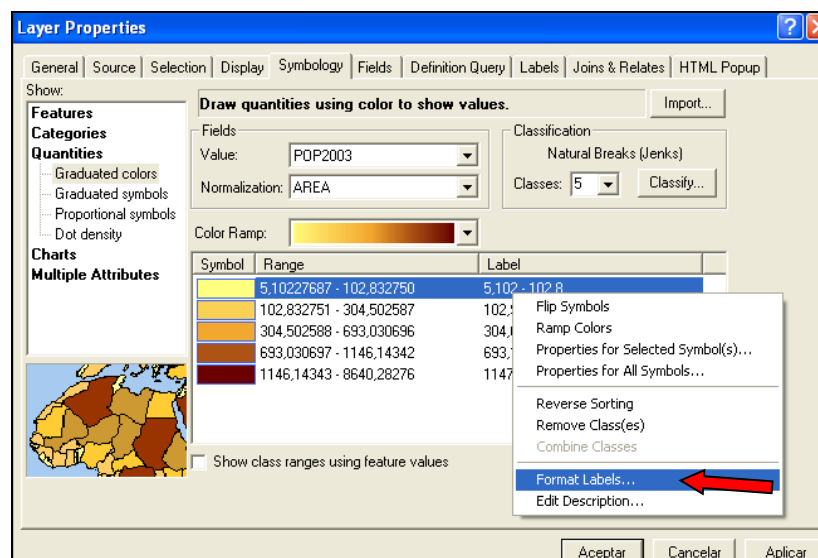


Figura 4.39. Formato de las etiquetas.

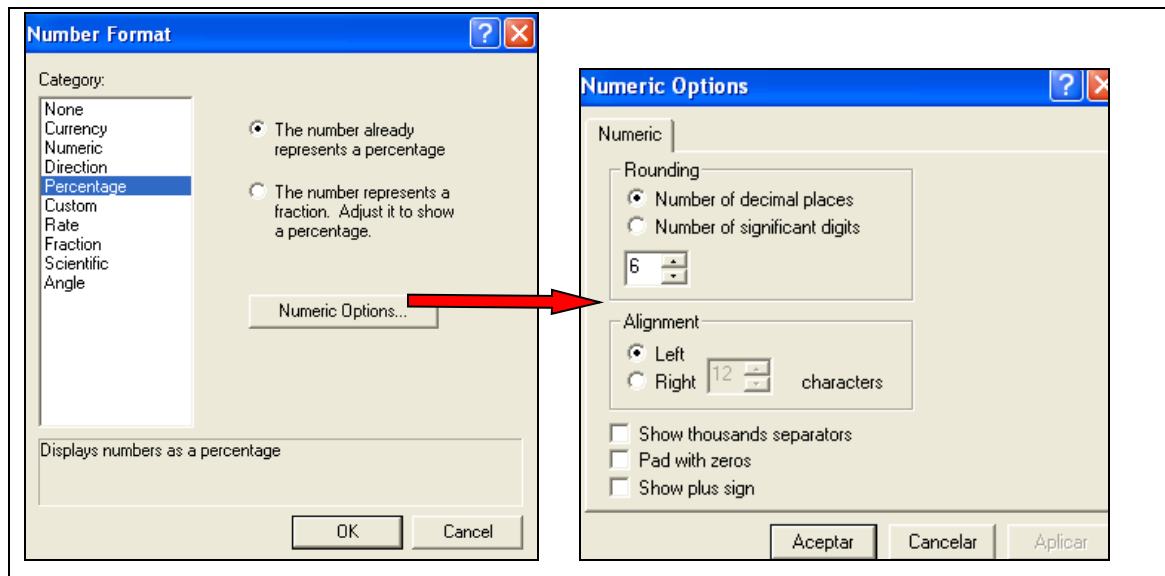


Figura 4.40. Cambiar formato de las etiquetas numéricas.

- **Cambiar y crear encabezamientos de leyenda**

Las leyendas cualitativas tienen un encabezamiento que indica el contenido de la leyenda. Este suele ser el nombre del campo a partir del cual se está representando la capa, aunque se puede cambiar haciendo clic sobre él, en la ventana de simbología.

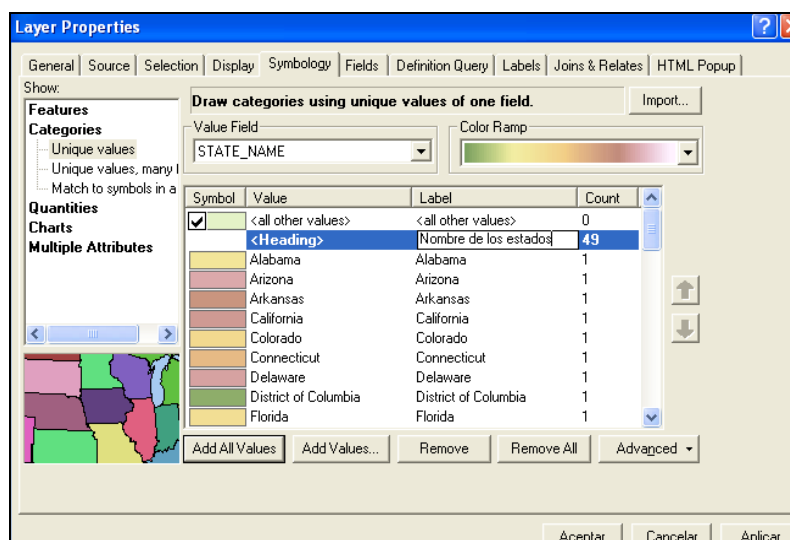


Figura 4.41. Cambiar y crear encabezamientos de las leyendas

También podemos crear nuevos encabezamientos y desplazar los valores que deseamos a estos. Para hacer esto, seleccionaremos los símbolos que deseamos incluir dentro del encabezamiento, abriremos el menú contextual dirigiéndonos a *Move to Heading* y seleccionaremos el encabezamiento deseado o crearemos uno nuevo.

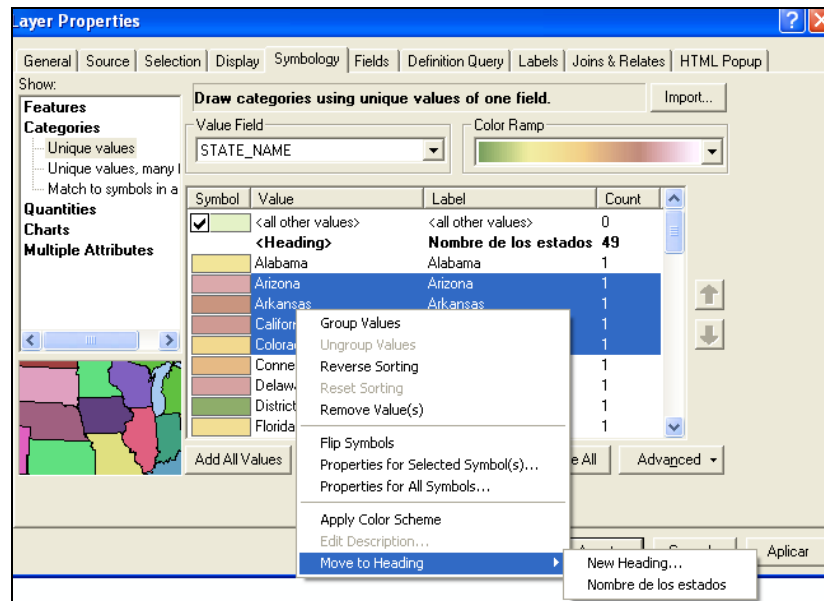
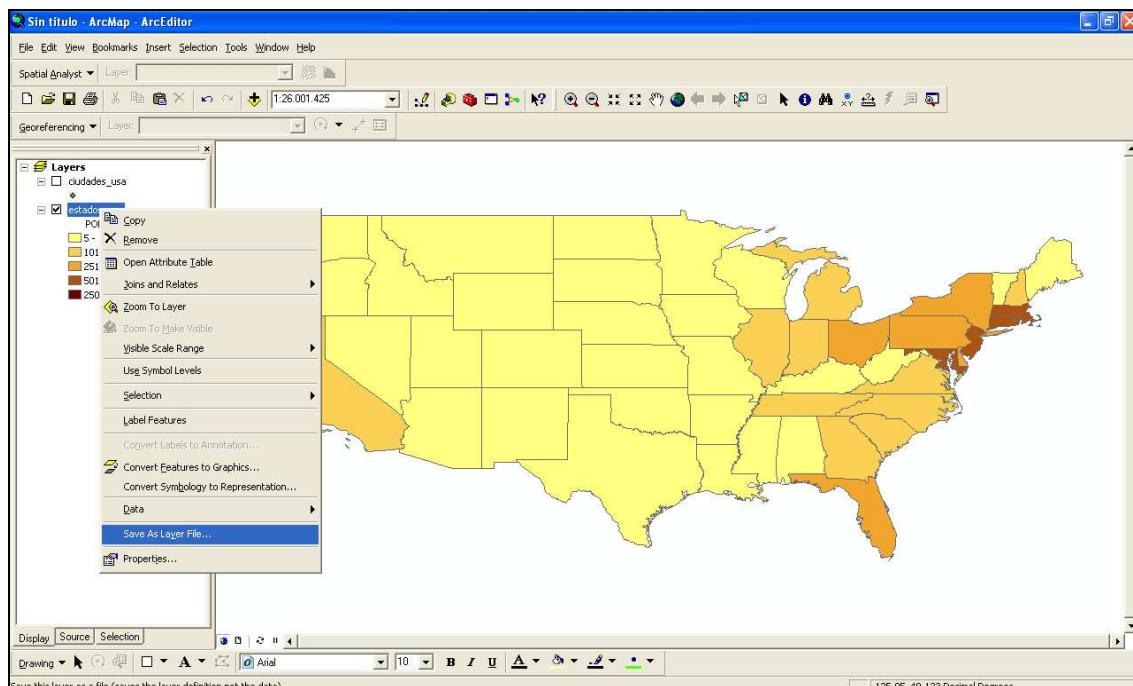


Figura 4.42. Crear nuevos encabezamientos y desplazar valores.

Guardar y cargar leyendas

Podemos guardar la simbología o leyenda definida en un archivo *layer* (.lyr) de forma que la podamos volver a utilizar en otra sesión de *ArcMap* o en otra capa, sin tener que volver a definirla.

Una vez que hayamos aplicado la simbología a una capa y esta esté ya representada en el *Map Display*, tan sólo debemos ir a la TOC y abrir el menú contextual de la capa, escogiendo la opción *Save as Layer File...*

Figura 4.43a. Guardar una simbología como archivo de capa (*layer file*).

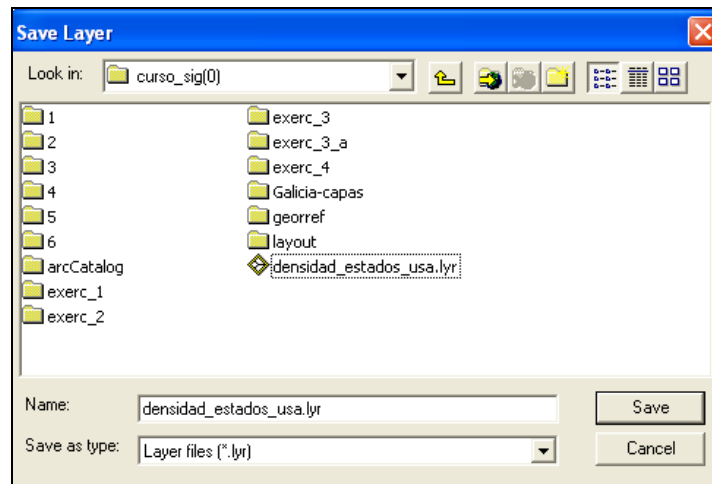





Figura 4.43b. Guardar una simbología como archivo de capa (*layer file*).

Para cargar la leyenda se puede hacer de dos maneras:

-Cargar directamente el archivo *layer* como una capa, ya sea arrastrándolo desde *ArcCatalog*, o con el icono de añadir capa. En *ArcCatalog* y dependiendo del tipo de entidad de que se trate, el *Layer* aparecerá representado con los siguientes símbolos:

-  Archivo **layer** de una capa de puntos
-  Archivo **layer** de una capa de polígonos
-  Archivo **layer** de una capa de líneas

En la tabla de contenidos aparecerá el *layer* que no es más que una representación de la fuente de datos original con la simbología especificada. Si borrásemos o cambiásemos de directorio la fuente de datos a la que hace referencia el *layer*, este último no se podría cargar.

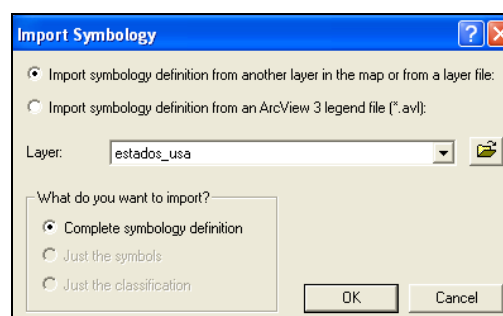


Figura 4.44. Importar una simbología

-Cargar la capa normalmente con el símbolo aleatorio por defecto y, una vez en la TOC, abrir la ventana de propiedades de simbología e importar la simbología del *layer* (figura 44).

Esta opción es útil cuando queremos aplicar una leyenda a una capa diferente de la cual se ha definido. Podemos optar por importar la simbología, la clasificación o todo.

También es útil utilizar este sistema en aquellos casos en que el archivo *layer* no pueda ser cargado directamente, ya que no encuentra la referencia a su fuente de datos original al haber sido cambiada de directorio.

Como ya vimos en su momento, los *Group Layer* tienen la misma extensión que los archivos de leyenda. Esto es así, porque el comportamiento es el mismo. Cuando generamos un grupo de capas, también se guarda la simbología que estas tenían al ser agrupadas y, por lo tanto, siempre que las carguemos, serán representadas de la misma manera.

El *Group layer* se diferencia del resto de archivos *layer* por su símbolo de representación.



Los *Group Layer* no pueden ser importados desde la ventana de simbología, ya que estos hacen referencia a dos o más capas mientras que la simbología sólo puede ser definida para capas individuales.

Efectos de visualización

ArcGIS dispone de una barra de herramientas para generar efectos de visualización. En el menú *Toolbars* dentro de *Customize* podemos cargar la barra de herramientas *Effects* (figura 4.45).

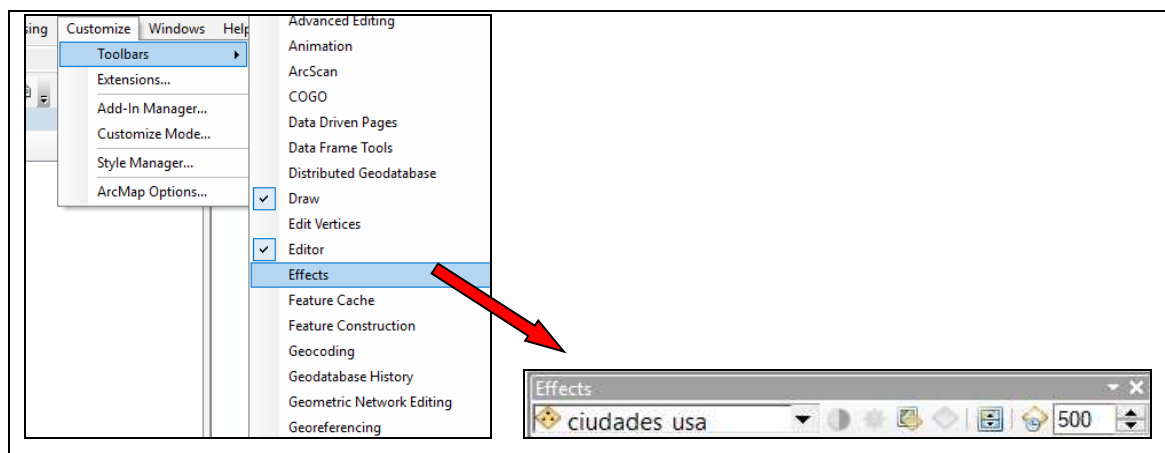


Figura 4.45. Barra de herramientas *Effects*.

En el menú desplegable podemos escoger sobre que capa, de las que tenemos cargadas en la TOC, queremos realizar los efectos de visualización.

Si la capa es una imagen, podremos ajustar el brillo y el contraste, así como el nivel de transparencia. Si es una capa de dibujo, sólo podremos ajustar la transparencia. Se hace con la herramienta *Transparency* (transparencia) de la barra Effects. Nos permite ajustar el porcentaje de transparencia de una capa.

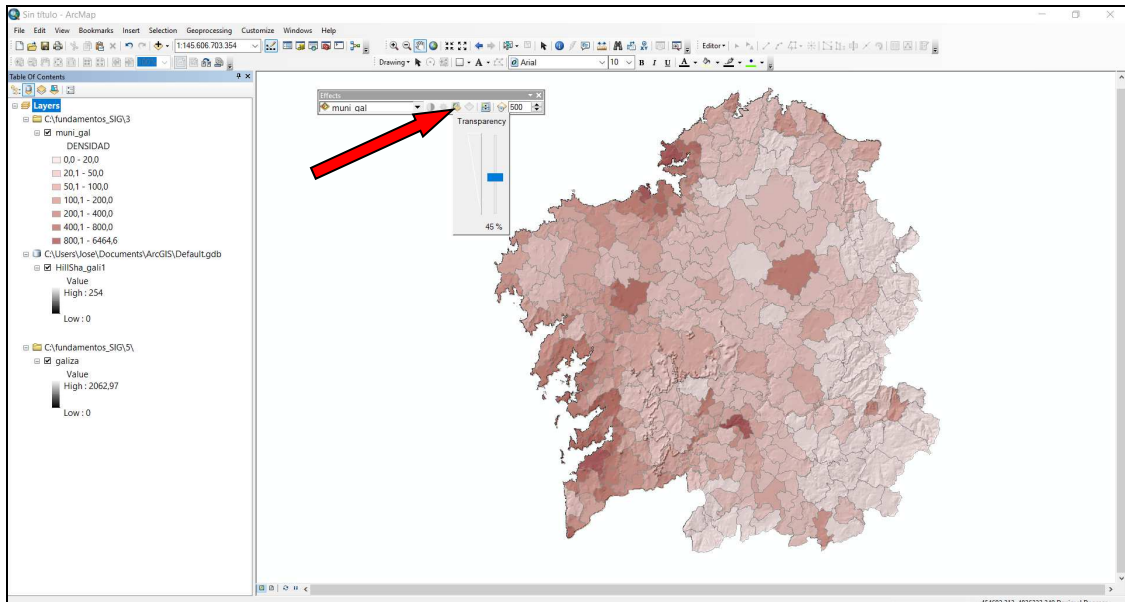


Figura 4.46. Poner transparencia a una capa desde la barra de herramientas *Effects*.

Por ejemplo, como vemos en la imagen superior, podemos tener una imagen que representa el relieve de una zona y encima poner una capa de densidad demográfica a la cual aplicaremos un porcentaje de transparencia para poder ver el relieve debajo, al mismo tiempo que podemos percibir la densidad de población.

El nivel de transparencia también se puede definir desde la ventana de *propiedades de la capa*, en la pestaña *Display*.

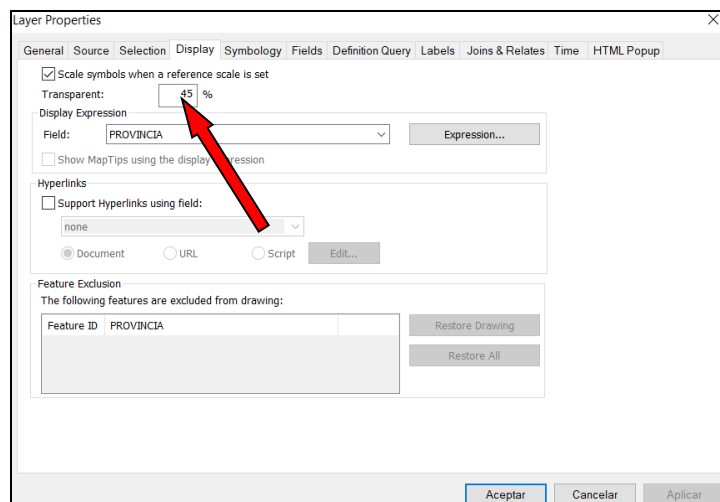


Figura 4.47. Dar transparencia a una capa desde Display (menú de propiedades de la capa).

Ejercicio 5.**Simbología de capas**

Los archivos digitales necesarios para realizar este ejercicio se encuentran en la carpeta: *c:/fundamentos_SIG/carto_tematica*.

Los aspectos a abordar son los siguientes:

1.-Cambio de simbología:

-Cargar las capas *condados_california.shp* y *ciudades_california.shp*.

-Los condados de California deben ser representados con el color "Sahara Sand" como relleno, mientras que el color de la línea exterior debe ser un gris al 40 %. El ancho de esa línea exterior debe ser de 1.

-Por su parte, la capa de las ciudades de California debe ser representada con el símbolo predefinido "Circle 2". Con un tamaño de símbolo de 6. Color "Mars Red".

-Establecer como color de fondo del Frame (en la TOC, propiedades del Data Frame, pestaña Frame, tener cuidado porque no es la pestaña Data Frame, sino Frame) el color "LT Cyan".

2.-Crear leyendas cualitativas

-Cargar el tema *condados_california.shp* en un nuevo *data frame* y representarlo con una leyenda de categorías/valor único, por el campo nombre.

-Después de representado, cambiar la paleta de colores (*color ramp*/botón derecho/deshabilitar *graphic view* y a partir de ahí en el desplegable podemos elegir la paleta que nos interese) "Terra Tones".

-Cambiar al condado de Los Ángeles el color que le haya asignado el programa por el de "Tuscan Red". El resto de condados deben permanecer con la paleta elegida en el paso anterior.

3.-Usar estilos y crear archivos de leyenda

-Cargar los temas *provincias_andalucía.shp* y *monumentos_andalucia.shp*, en un nuevo *data frame*.

- En la tabla de atributos de *monumentos_andalucia.shp* podemos comprobar que existe el campo *cod_ent*, que contiene seis tipos de valores (S11 a S18), cada uno de ellos nos está dando una mayor importancia al monumento (S11 mayor valor, S18 menor valor).

-Representar ese campo mediante una leyenda de tipo *categories, unique value*. Así a cada valor del campo se le asignará un símbolo con un color escogido de forma aleatoria por el programa.

-Se utilizará un nuevo estilo de símbolos para representar los monumentos de Andalucía. En concreto los símbolos del estilo *Real State*.

-Para utilizarlos en la TOC se debe hacer clic sobre el símbolo S11, se abre el *Symbol Selector*, hacemos clic sobre el botón *More Symbols* y así se nos muestra la lista de estilos, hacemos clic sobre el estilo *Real State*. Sus símbolos se añaden bajo los símbolos de ESRI que estaban cargados por defecto. A partir de ahí iremos indicándole a cada símbolo consecutivamente los símbolos llamados “1”, “2”, “3”, etc. Además, en opciones, cambia el tamaño a 15 puntos (para todos los símbolos) y el recuadro color escoge consecutivamente el “Mars Red”, “Macaw Green”, “Solar Yellow”, “Apatite Blue”, “Lepidolite Lilac” y “Electron Gold” para cada uno de los símbolos.

4.-Simbolizar raster

- Se utilizarán las capas *gal_grid* y *sombras*.

- Visualizar el grid *gal_grid* por encima de *sombras*. En *symbolology* en *show*, elegir *stretched*. En *color ramp*, con el botón derecho deshabilitar *graphic view* y a partir de ahí en el desplegable se podrá elegir la paleta que interese: *Elevation #1*. Una vez elegida se vuelve a activar *graphic view*.

- Con la herramienta *Effects* se pone la transparencia para esta capa (70 %). De forma que permita ver la capa “sombra”.

5.-Utilizar métodos de clasificación.

- Cargar las capas *condados_california.shp* y *ciudades_california.shp* en un nuevo *data frame*.

- Representar los condados de California con una leyenda de tipo *Quantities*, *Graduated Color*. Campo población de 2003. Método: rupturas naturales, rampa: Yellow to dark red.

- Volver a representarlo con tan sólo 3 clases.

- Volver a representarlo con el método *Quantil*.

- Crear un mapa de densidad de puntos, representando el número de hispanos en los condados de California según el censo (cada punto que represente 1.000 hispanos). Poner de color de fondo un amarillo claro y a los límites entre condados un color gris (40 %), el tipo de símbolo “boundary, county” y un grosor de 0,5.

- Crear una leyenda de tipo gráfico de sectores, representando la composición étnica de cada condado (blancos, negros, asiáticos e hispanos), ponle un color de fondo de azul claro y de color écheme (el del gráfico) del tipo “Basic Random”. Utilizar la población del año 2003 para asignar un tamaño diferente a cada gráfico en función del tamaño demográfico de cada condado. Además, indica que el gráfico mayor no supere el tamaño 2.

5.Trabajar con tablas

En este capítulo veremos cómo trabajar con bases de datos y tablas de atributos alfanuméricos.

Las tablas de *ArcGis* son una visión gráfica de datos tabulares. Estos pueden proceder de una gran variedad de fuentes y también pueden ser creados en *ArcGis*. Se pueden actualizar los datos tabulares con las herramientas de edición de *ArcGis*. Pueden unirse o relacionarse múltiples tablas fácilmente para que se pueda recuperar su información y visualizar sus valores sobre un mapa.

Apertura, visualización y manipulación básica de tablas

Para abrir la base de datos de cualquier tema vectorial que tengamos en nuestra tabla de contenidos, tan sólo tenemos que pulsar sobre el título del tema con el botón derecho del ratón y escoger la opción *open attribute table* (abrir tabla de atributos) para visualizarla (como ejemplo lo hacemos con la tabla del tema *muni_gal.shp*, que está en la *carpeta 3* de *C:\\Fundamentos_SIG*), tal y como podemos ver en la figura 5.1:

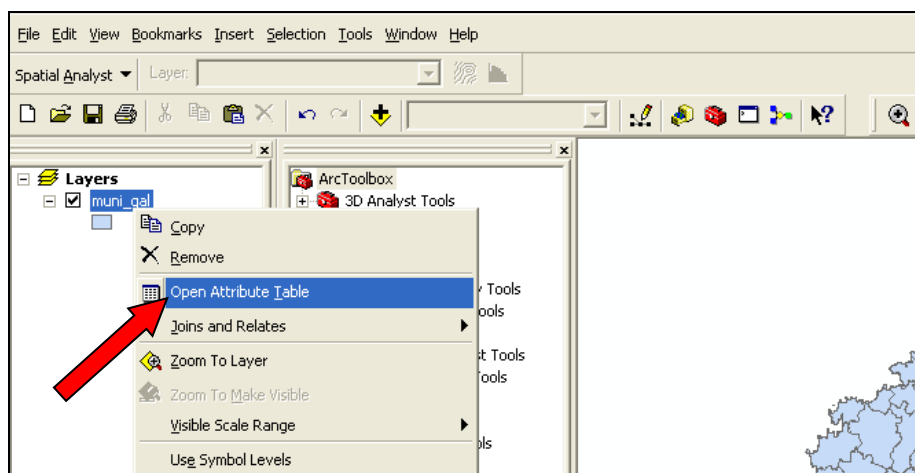


Figura 5.1. Apertura de la tabla de atributos.

Attributes of muni_gal									
FID	Shape	COD_PROV	PROVINCIA	COD_MUN	NOMBRE	POB 1999	HOMBRES	MUJERES	SUPER_KM2
0	Polygon	15	A Coruña	15044	Marín	2034	1000	1034	82,16
1	Polygon	15	A Coruña	15901	Carriño	5199	2539	2660	47,17
2	Polygon	27	Lugo	27025	Xove	3599	1798	1801	89,08
3	Polygon	15	A Coruña	15022	Cedeira	7699	3791	3908	65,36
4	Polygon	27	Lugo	27013	Cervo	5999	2950	2938	75,29
5	Polygon	27	Lugo	27066	Viveiro	15299	7379	7919	109,29
6	Polygon	27	Lugo	27064	Vicedo, O	2460	1208	1252	75,92
7	Polygon	15	A Coruña	15061	Ortigueira	8748	4201	4547	209,49
8	Polygon	27	Lugo	27002	Burela	7915	3929	3987	7,33
9	Polygon	27	Lugo	27019	Foz	9520	4538	4982	100,25
10	Polygon	15	A Coruña	15025	Cerdido	1707	819	888	52,89
11	Polygon	27	Lugo	27038	Ourense	1638	796	842	142
12	Polygon	27	Lugo	27063	Valeldouro, O	2524	1250	1274	110,4
13	Polygon	15	A Coruña	15087	Valdoviño	6769	3329	3440	88,17
14	Polygon	15	A Coruña	15049	Moeche	1583	759	824	48,47
15	Polygon	15	A Coruña	15076	San Sadurniño	3503	1713	1790	99,88
16	Polygon	15	A Coruña	15061	Somoza, As	1506	747	759	70,93
17	Polygon	27	Lugo	27005	Barreiros	3536	1708	1830	72,4
18	Polygon	15	A Coruña	15070	Pontes de García Rodríguez, As	12473	6299	6174	250,4
19	Polygon	27	Lugo	27051	Ribadeo	8872	4159	4713	108,91
20	Polygon	15	A Coruña	15054	Narón	31086	15040	16046	86,39
21	Polygon	15	A Coruña	15030	Ferrol	82548	38561	43987	62,49
22	Polygon	27	Lugo	27000	Alfoz	2506	1210	1296	27,47

Figura 5.2. Tabla de atributos de la capa *muni_gal.shp*.

Para introducir en nuestro proyecto de ArcMap una base de datos externa (figura 5.3), debemos utilizar la opción añadir datos tal y cómo ya sabemos hacer con cualquier tipo de elemento que queramos introducir (información espacial vectorial, imágenes, etc.).

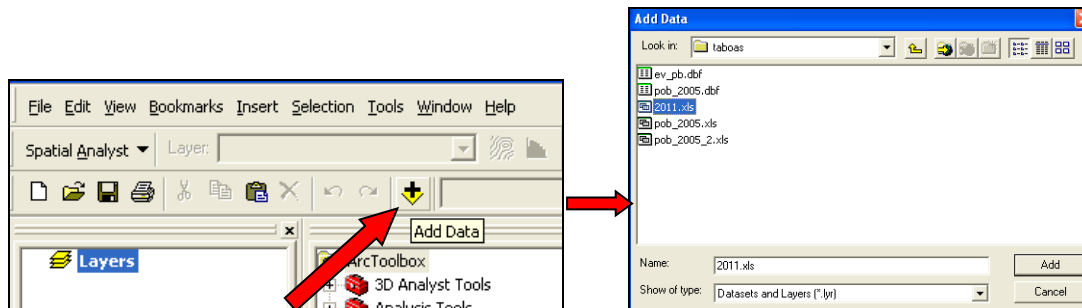


Figura 5.3. Apertura de base de datos externa.

Como siempre, debemos navegar hasta el directorio donde tengamos la base de datos que queramos abrir (en este caso dentro de *C:\fundamentos_SIG* en la *carpeta 2/taboas* hallamos la tabla *2011.xls*). Si no la tenemos (población de Galicia en 2011) podemos conectarnos al IGE (www.ige.eu) y descargarla desde las estadísticas de población.

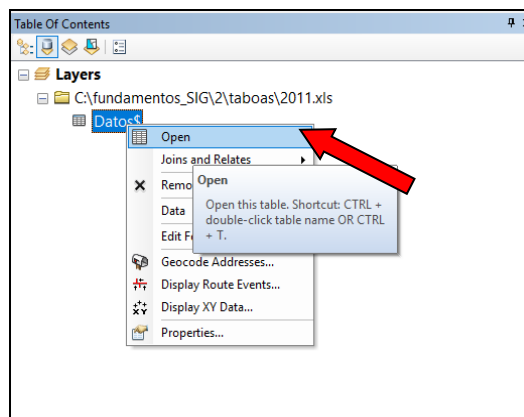
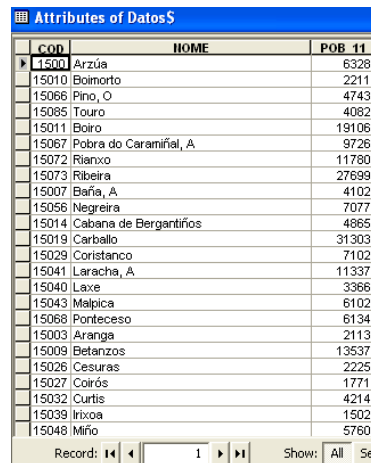


Figura 5.4. Apertura de base de datos externa.

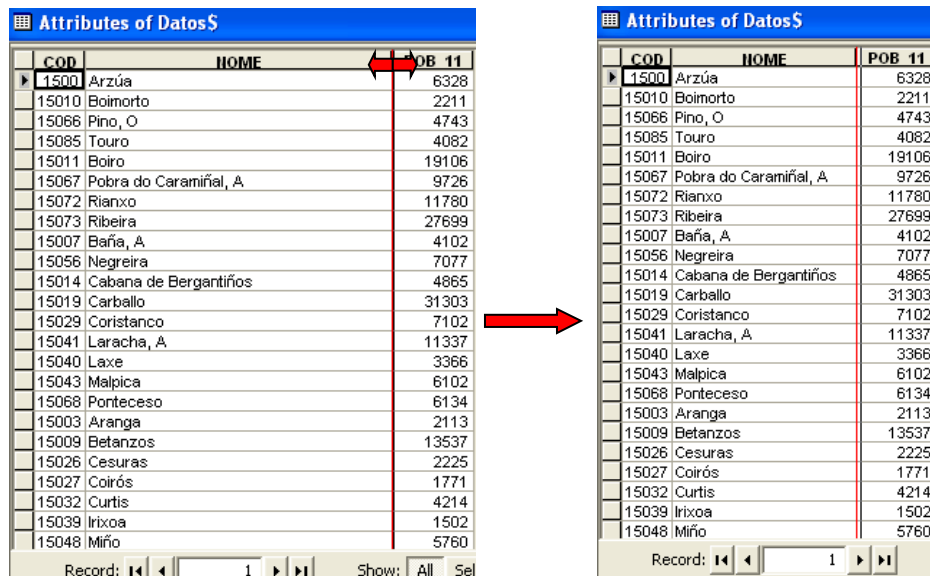
A continuación, una vez que aparece en nuestra tabla de contenidos, con el botón derecho del ratón escogemos la opción *Open* (figura 5.4), y la tabla ya estará visible para simplemente ver su contenido o trabajar con él.



COD	HOME	POB 11
1500	Arzúa	6328
15010	Boimorto	2211
15066	Pino, O	4743
15085	Touro	4082
15011	Boiro	19106
15067	Pobra do Caramiñal, A	9726
15072	Rianxo	11780
15073	Ribeira	27699
15007	Baña, A	4102
15056	Negreira	7077
15014	Cabana de Bergantiños	4865
15019	Carballo	31303
15029	Coristanco	7102
15041	Laracha, A	11337
15040	Laxe	3366
15043	Malpica	6102
15068	Pontececeo	6134
15003	Aranga	2113
15009	Betanzos	13537
15026	Cesuras	2225
15027	Coirós	1771
15032	Curtis	4214
15039	Irixoa	1502
15048	Miño	5760

Figura 5.5. base de datos externa visualizada con ArcMap.

Como ya vimos en la sección dedicada a *ArcCatalog*, si nos ponemos en la línea que divide campos podremos modificar su anchura (figura 5.6):



COD	HOME	POB 11
1500	Arzúa	6328
15010	Boimorto	2211
15066	Pino, O	4743
15085	Touro	4082
15011	Boiro	19106
15067	Pobra do Caramiñal, A	9726
15072	Rianxo	11780
15073	Ribeira	27699
15007	Baña, A	4102
15056	Negreira	7077
15014	Cabana de Bergantiños	4865
15019	Carballo	31303
15029	Coristanco	7102
15041	Laracha, A	11337
15040	Laxe	3366
15043	Malpica	6102
15068	Pontececeo	6134
15003	Aranga	2113
15009	Betanzos	13537
15026	Cesuras	2225
15027	Coirós	1771
15032	Curtis	4214
15039	Irixoa	1502
15048	Miño	5760

Figura 5.6. Reducción de anchura de campos a efectos de visualización.

Si seleccionamos su título, podremos fijar su posición si así lo necesitamos para visualizar ese campo aunque nos desplazemos por la totalidad de la tabla (como ejemplo lo hacemos con la tabla del tema *muni_gal.shp*, que está en la carpeta 3 de *C:\fundamentos_SIG*). Para ello, una vez seleccionado el campo, pulsando con el botón derecho del ratón sobre el título, en la ventana desplegable deberemos seleccionar la opción *Freeze/Unfreeze Column*. Una vez habilitada esta opción, el campo en cuestión quedará al comienzo de la tabla (a la izquierda de la misma) y aunque nos desplazemos por ella entre los diferentes campos, nos permitirá visualizarlo en esa posición en todo momento (figuras 5.7 y 5.8). Cuando queramos

que deje de estar fija, volveremos a escoger la misma opción en la ventana desplegable (figura 5.7).

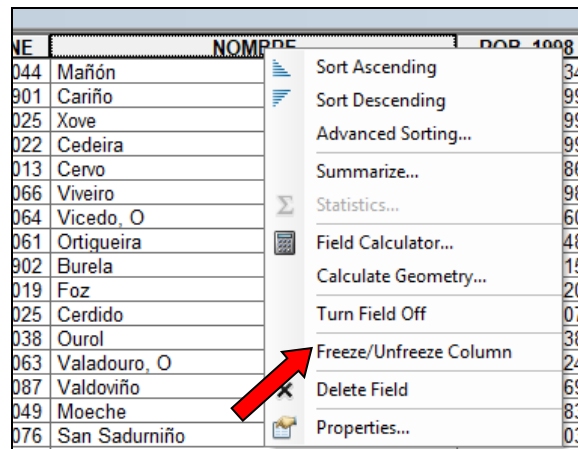


Figura 5.7. Fijación de columna.

Attributes of muni_gal							
NOMBRE	COD INE	POB 1998	HOMBRES	MUJERES	SUPER KM2	PERIM KM	DENSIDAD
Mañón	15044	2034	1000	1034	82,16	86,379	24,8
Cariño	15901	5199	2539	2660	47,17	46,09	110,2
Xove	27025	3599	1798	1801	89,08	57,564	40,4
Cedeira	15022	7699	3791	3908	85,36	64,118	90,2
Cervo	27013	5086	2550	2536	78,28	50,872	65
Viveiro	27066	15298	7379	7919	109,29	79,073	140
Vicedo, O	27064	2460	1208	1252	75,92	69,259	32,4
Ortigueira	15061	8748	4201	4547	209,49	119,666	41,8
Burela	27902	7915	3928	3987	7,33	14,49	1079,8
Foz	27019	9520	4538	4982	100,25	57,895	95
Cerdido	15025	1707	819	888	52,69	39,413	32,4
Ouro	27038	1638	796	842	142	82,365	11,5
Valadouro, O	27063	2524	1250	1274	110,4	61,257	22,9
Valdoviño	15087	6769	3329	3440	88,17	69,122	76,8
Moeche	15049	1583	759	824	48,47	35,766	32,7
San Sadurniño	15076	3503	1713	1790	99,86	56,956	35,1
Somozas, As	15081	1506	747	759	70,93	56,091	21,2
Barreiros	27005	3536	1706	1830	72,4	51,668	48,8
Pontes de García Rodríguez, As	15070	12473	6299	6174	250,4	98,145	49,8
Ribadeo	27051	8872	4159	4713	108,91	61,489	81,5
Narón	15054	31086	15040	16046	66,99	56,428	464
Ferrol	15036	82548	38561	43987	82,49	79,496	1000,7
Alfaro	27002	2506	1210	1296	77,47	46,506	32,3

Figura 5.8. Columna (campo) fijada a la izquierda de la tabla.

También podemos manipular la visualización de los campos y darles otro nombre que nos pueda facilitar su lectura: en el título de la capa en la tabla de contenidos hacemos clic con el botón derecho y en la ventana desplegable escogemos la opción *properties* (*propiedades*), tal y como se puede apreciar en la figura 5.9.

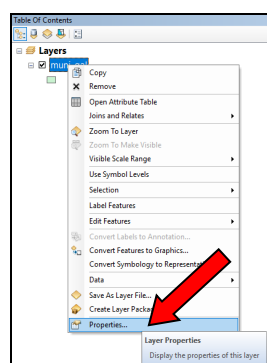


Figura 5.9. Propiedades de las capas.

Y en la pestaña *fields* dentro de la ventana de *layer properties* (figura 5.10), podemos indicar en el apartado *choose which fields will be visible* si ese campo estará visible o no, en el campo *alias* podemos ponerle otro nombre que nos sirva mejor de referencia, podemos saber qué tipo de campo es, su longitud, posición, etc. Los cambios que hagamos en esta pestaña no afectan a la tabla sino a su visualización. No cambian su contenido o estructura, simplemente estamos informándonos de cómo es la tabla e indicando (si hacemos algún cambio) nuevas formas de visualizarla.

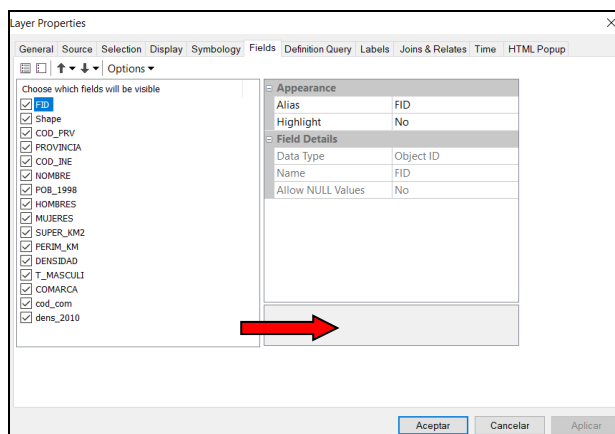


Figura 5.10. Pestaña *Fields* (campos) en propiedades de las capas.

También podemos ordenar los campos en orden ascendente y descendente (en campos numéricos) o alfabético (en campos de tipo string/cadena de caracteres). Con el botón derecho sobre el campo a ordenar en la base de datos escogemos la opción **sort descending** o **sort ascending** o **advanced sorting** (esta opción para ordenar en función de varios campos al mismo tiempo), como se puede apreciar en la figura 5.11.

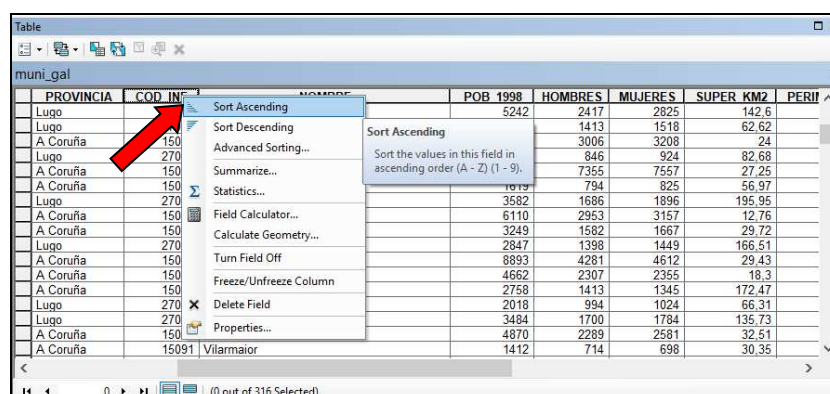
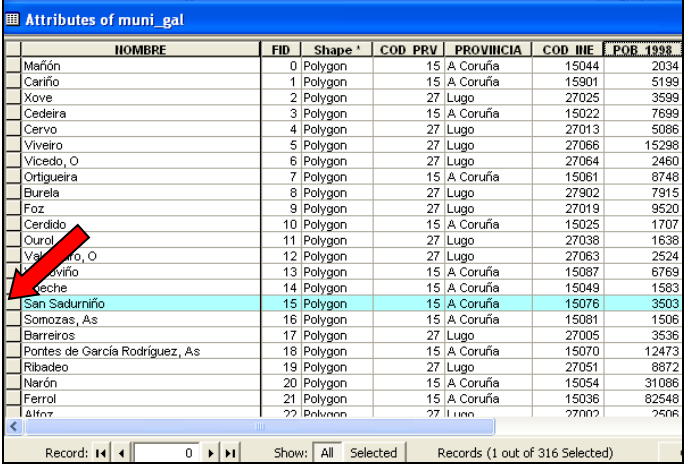


Figura 5.11. Diferentes opciones del menú contextual que se abre con el botón derecho del ratón sobre el título del campo.

Para seleccionar elementos en la tabla (si es la de una capa espacial lo que seleccionemos en ella tendrá su correspondencia en la vista espacial) o bien seleccionamos todo un campo (haciendo click sobre él), o bien un registro o una serie de registros.



NOMBRE	FID	Shape	COD PRV	PROVINCIA	COD INE	POB 1998
Mañón	0	Polygon	15	A. Coruña	15044	2034
Caríño	1	Polygon	15	A. Coruña	15901	5199
Xove	2	Polygon	27	Lugo	27025	3599
Cedeira	3	Polygon	15	A. Coruña	15022	7699
Cervo	4	Polygon	27	Lugo	27013	5086
Viveiro	5	Polygon	27	Lugo	27066	15298
Vicedo, O	6	Polygon	27	Lugo	27064	2460
Ortigueira	7	Polygon	15	A. Coruña	15061	8748
Burela	8	Polygon	27	Lugo	27902	7915
Foz	9	Polygon	27	Lugo	27019	9520
Cerdido	10	Polygon	15	A. Coruña	15025	1707
Ourense	11	Polygon	27	Lugo	27038	1638
Valeiro, O	12	Polygon	27	Lugo	27063	2524
San Sadurniño	13	Polygon	15	A. Coruña	15087	6769
Meche	14	Polygon	15	A. Coruña	15049	1583
San Sadurniño	15	Polygon	15	A. Coruña	15076	3503
Somozas, As	16	Polygon	15	A. Coruña	15081	1506
Barreiros	17	Polygon	27	Lugo	27005	3536
Pontes de García Rodríguez, As	18	Polygon	15	A. Coruña	15070	12473
Ribadeo	19	Polygon	27	Lugo	27051	8872
Narón	20	Polygon	15	A. Coruña	15054	31086
Ferrol	21	Polygon	15	A. Coruña	15036	82548
Altos	22	Polygon	27	Lugo	27002	2508

Figura 5.12. Selección de registros de la tabla.

Para ello tendremos que hacer click sobre el cuadrado que posee cada registro antes de su primer elemento de la base de datos (figura 5.12). Si queremos seleccionar varios manteniendo pulsada la tecla *shift* podremos ir seleccionando todos aquellos que queramos (figura 5.13) mediante el mismo procedimiento (si son consecutivos), o mediante la tecla *control* (sino son consecutivos).

En la parte inferior de la tabla nos indica cuantos registros tenemos seleccionados (figura 5.13) respecto del total existentes en esa tabla (en el ejemplo superior nos indica que tenemos 10 seleccionados de 316 que existen en la tabla).

Si queremos que se visualicen sólo los registros seleccionados deberemos hacer click sobre la pestaña *selected* (figura 5.14), situada en la parte inferior de la tabla.



PROVINCIA	COD INE	NOMBRE	POB 1998	HOMBRES	MUJERES	SUPER KM2	PERI
Lugo	27001	Abadín	3582	1686	1896	195.95	
A. Coruña	15051	Mugardos	6110	2953	3157	12.76	
A. Coruña	15015	Cabanas	3249	1582	1667	29.72	
Lugo	27021	Xermade	2847	1398	1449	166.51	
A. Coruña	15069	Pontedeume	8893	4281	4612	29.43	
A. Coruña	15004	Ares	4662	2307	2355	18.3	
A. Coruña	15050	Monfero	2758	1413	1345	172.47	
Lugo	27054	Riotorto	2018	994	1024	66.31	
Lugo	27048	Pontenova, A	3484	1700	1784	135.73	
A. Coruña	15048	Miño	4870	2289	2581	32.51	
A. Coruña	15091	Vilamaior	1412	714	698	30.35	
Lugo	27044	Pastoriza, A	4177	2092	2085	174.96	
A. Coruña	15075	Sada	10296	5072	5224	27.47	
A. Coruña	15030	Coruña, A	243134	113548	129586	37.61	
A. Coruña	15058	Oleiros	24102	11673	12429	43.64	
A. Coruña	15043	Malpica de Valdeón	7377	3619	3758	61.36	
A. Coruña	15005	Arteixo	21290	10677	10613	93.31	

Figura 5.13. Selección de varios registros de la tabla al mismo tiempo.



FID	Shape	COD PRV	PROVINCIA	COD INE	NOMBRE	POB 1998	HOMBRES	MUJER
26	Polygon	15	A Coruña	15055	Neda	6214	3006	3208
29	Polygon	15	A Coruña	15018	Capela, A	1619	794	825
31	Polygon	15	A Coruña	15051	Mugardos	6110	2953	3157
32	Polygon	15	A Coruña	15015	Cabanas	3249	1582	1667
34	Polygon	15	A Coruña	15069	Portedeume	8893	4281	4612
37	Polygon	27	Lugo	27054	Riotorto	2018	994	1024
40	Polygon	15	A Coruña	15091	Vilamaior	1412	714	698
42	Polygon	15	A Coruña	15075	Sada	10296	5072	5224
43	Polygon	15	A Coruña	15030	Coruña, A	243134	113548	129586
45	Polygon	15	A Coruña	15043	Malpica de Bergantiños	7377	3619	3758

Figura 5.14. Visualización sólo de los registros seleccionados en la tabla.

Como mencionábamos con anterioridad, debemos tener presente que existe una total interactividad entre la vista (el tema espacial) y su base de datos asociada, aspecto que se puede observar en la imagen siguiente (figura 5.15), donde aparecen los registros seleccionados de la tabla y sus correspondientes elementos espaciales asociados:

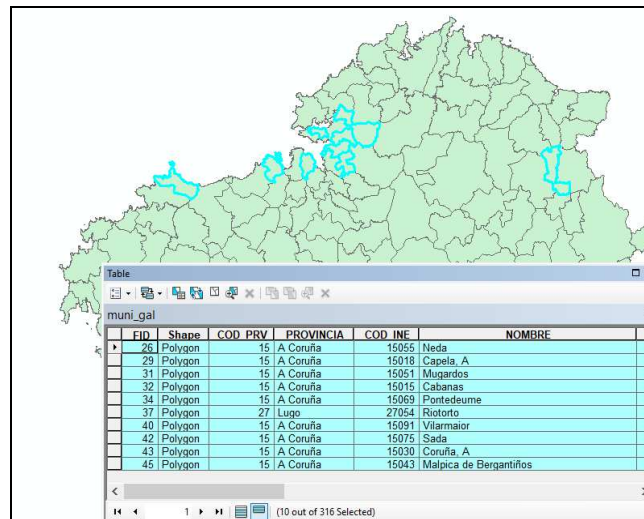
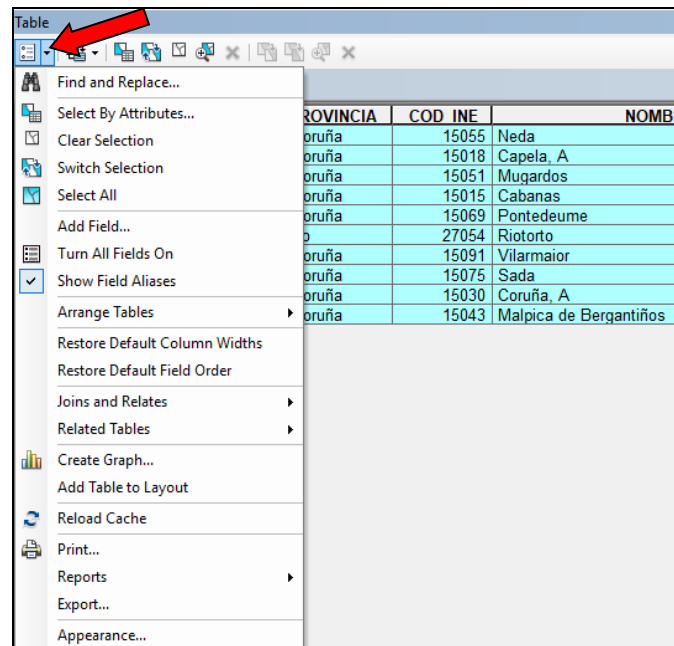


Figura 5.15. Correspondencia e interactividad de los registros seleccionados en la tabla y la capa espacial asociada.

Para limpiar una selección pulsaremos en el icono de *clear selection*, que aparece con otros encima de la tabla, entre ellos los de invertir la selección (switch selection), zoom to selection, o seleccionar por atributos (select by attributes). Estas y otras opciones también están disponibles en el menú options de la tabla (figura 5.16)

Figura 5.16. Menú *Options* de la tabla.

Para desplazarse por la tabla: ir al siguiente registro o anterior, al primero, al último o al que nosotros indiquemos, poseemos en la base de la tabla un navegador:

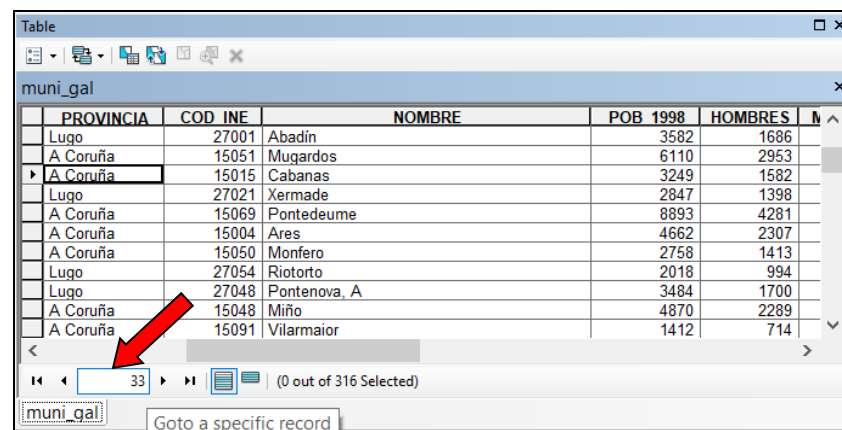


Figura 5.16. Navegador de la tabla.

Si queremos localizar elementos en alguno de los campos de la base de datos, deberemos ir a la pestaña *options* (en la parte superior de la tabla) y emplear la opción *Find and replace* (figura 5.17):

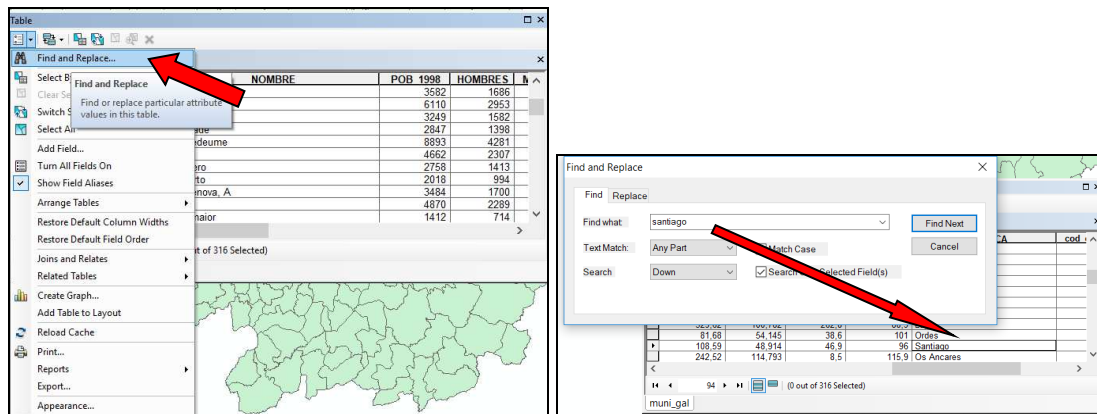


Figura 5.17. Find and replace (encontrar y substituir) del menú options.

Formatos de bases de datos

ArcGis puede trabajar con los siguientes formatos de bases de datos:

- dBase**: Extensión DBF. Es el formato de las tablas de atributos de los shapefiles.
- INFO**: No es un archivo, sino una carpeta que guarda toda la información alfanumérica de las coberturas ArcInfo.
- Access**: Extensión MDB. Es el formato de las Geodatabases.
- TXT**: Ficheros de texto con los datos separados por comas.
- Ficheros SQL**: Access, Oracle, Informix, DB2.

Conexión a bases de datos

Se pueden usar datos tabulares a partir de varias fuentes y en diferentes formatos para crear tablas en *ArcMap*.

Esta operación se realiza desde *ArcCatalog*: en su tabla de contenidos tenemos que pulsar sobre *Database Connections/Add Database Connection*.

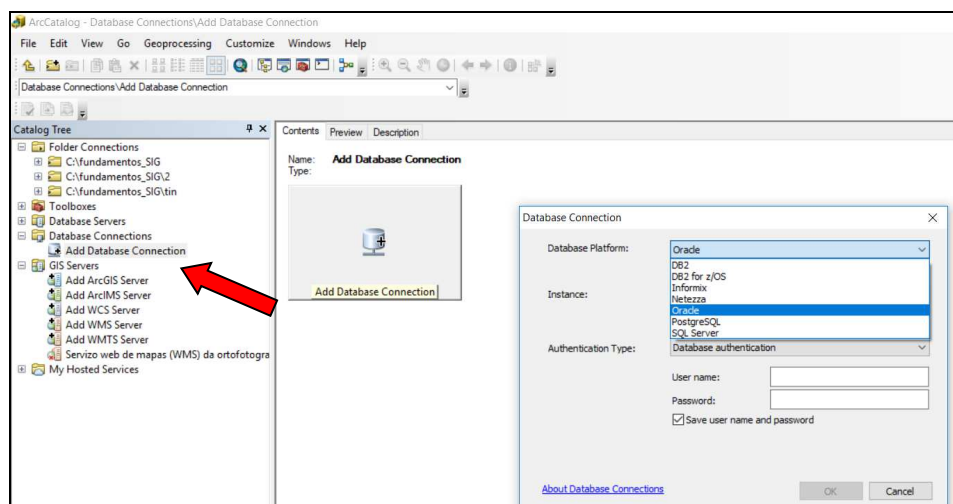


Figura 5.18. Conexión a bases de datos desde *ArcCatalog*.

Usando el gestor de conexión *SQL* de *ArcCatalog*, se puede conectar el programa con un servidor de bases de datos y realizar una consulta *SQL* para recuperar registros desde ella. Los registros a los que accede se convierten en una tabla en el proyecto actual. Se puede utilizar esta tabla como cualquier otra tabla de *ArcMap*.

ArcCatalog puede acceder a tablas desde muchos sistemas de administración de bases de datos relacionales como *ACCESS*, *MICROSOFT EXCEL*, *ORACLE*, *INGRES*, *SYBASE*, *INFORMIX* y *AS/400*.

Para más información sobre este tema consultar la *ayuda online* de *ArcGis*, en el menú *Help*.

Cuando se abre un documento que contiene una tabla basada en una conexión a una base de datos externa, *ArcMap* reconecta automáticamente con la base de datos para obtener los datos para dicha tabla. Los cambios en la base de datos, también serán reflejados en esta tabla.

Crear una tabla de datos

Al igual que las conexiones a bases de datos, las tablas se crean desde la aplicación *ArcCatalog*.

ArcGis trabaja con el formato *dBase*. Las tablas de atributos de los *shapefiles* tienen este formato. Para crear una nueva tabla, nos situaremos en la carpeta dentro de la cual queremos crear la nueva tabla y abriremos su menú contextual (con el botón derecho del ratón). Iremos a *New* y, dentro de este, escogeremos la opción *dBase Table* (figura 5.19).

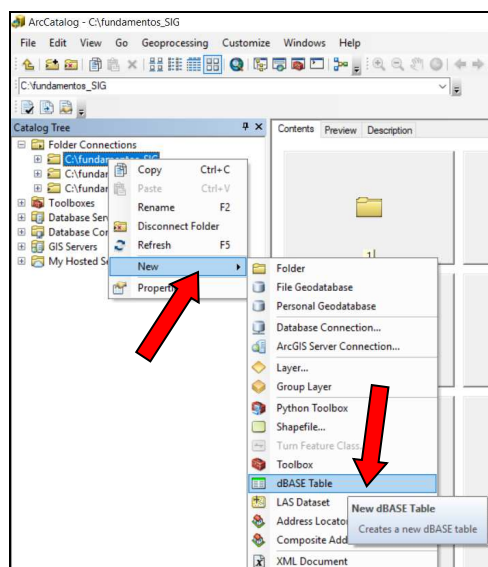


Figura 5.19. Creación de una nueva tabla dBase desde *ArcCatalog*.

La tabla queda automáticamente creada con un nombre por defecto “*New_dBase_Table.dbf*”. Para cambiar el nombre hay que abrir su menú contextual y opción *Rename* (en este caso pasamos a llamarle *prov_galic*, porque recogerá las provincias de Galicia y su población).

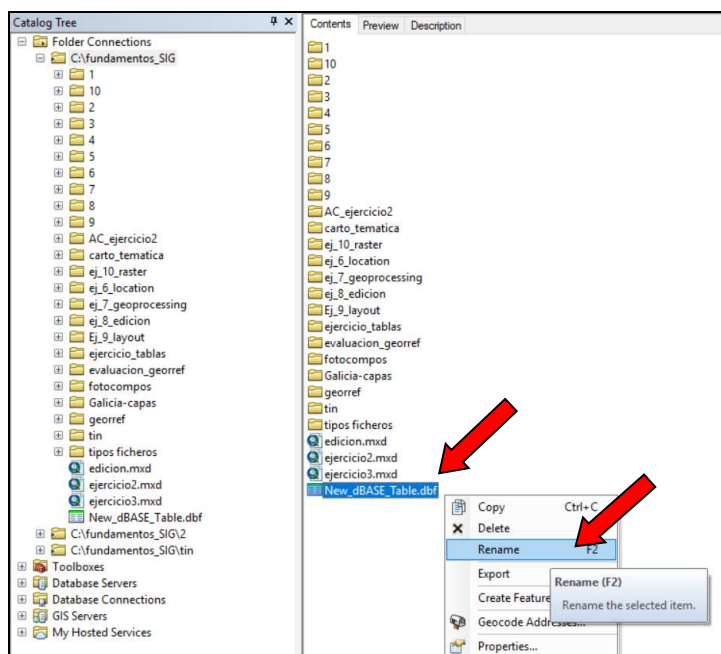


Figura 5.20. Cambiar el nombre a una nueva tabla dBase desde *ArcCatalog*.

Añadir campos y registros. Añadir atributos

Los campos de una tabla se pueden añadir tanto desde *ArcCatalog* como desde *ArcMap*.

Añadir campos desde *ArcCatalog*

Se hace doble clic sobre la tabla para abrir la ventana de *propiedades*. Nos dirigiremos a la pestaña *Fields* (figura 5.21).

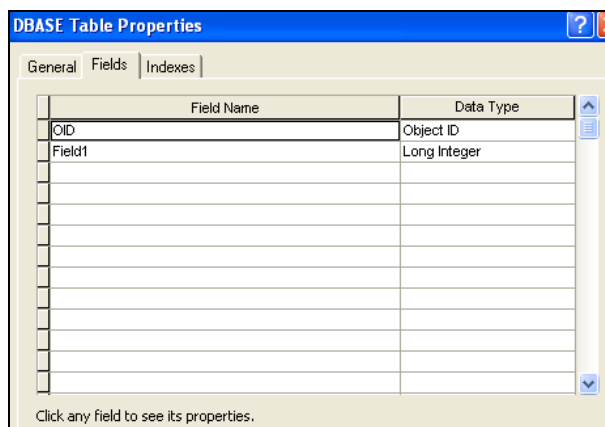


Figura 5.21. Añadir campos a una tabla dBase desde *ArcCatalog*.

Haremos clic en una casilla en blanco en la columna *Field Name* e introduciremos el nombre del nuevo campo. En la columna *Data Type*, escogeremos en el desplegable el tipo de datos que contendrá. En la ventana de debajo definiremos otras propiedades del campo como la longitud, un alias o si se permitirá o no, la entrada de valores nulos.

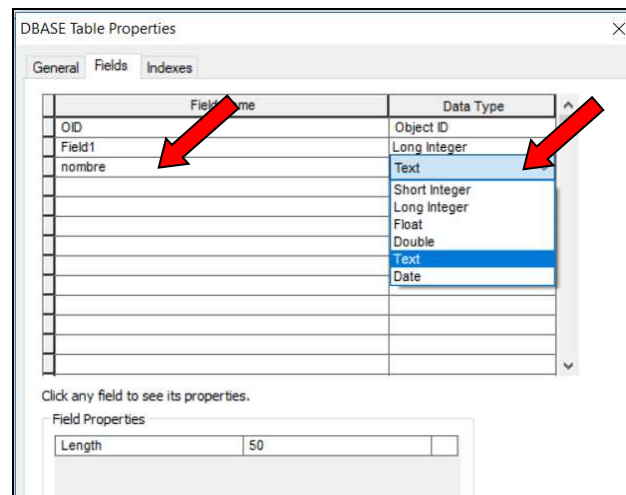


Figura 5.22. Propiedades de la tabla dBase desde *ArcCatalog*.

El procedimiento es exactamente el mismo para definir campos en una tabla *dBase* que si creásemos la tabla de una *Geodatabase*.

Añadir campos desde ArcMap

Para añadir campos a una tabla desde *ArcMap*, comenzaremos por cargarla en la tabla de contenidos con la herramienta *Add Data*, la misma que utilizamos para cargar capas.

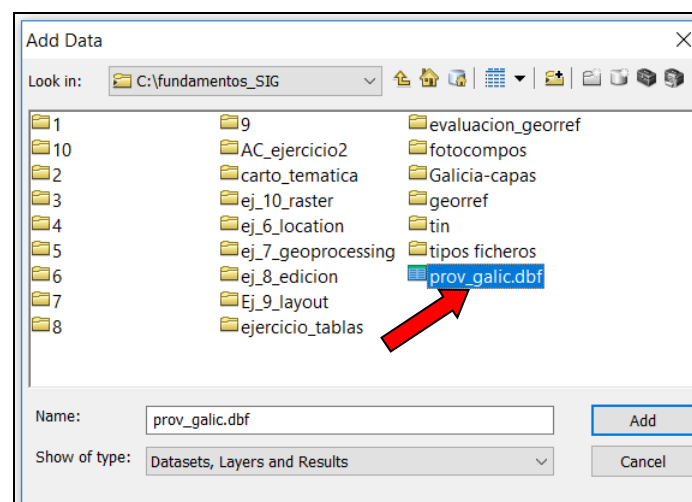


Figura 5.23. Añadir una base de datos a la tabla de contenidos de *ArcMap*.

Una vez en la tabla de contenidos utilizaremos el menú contextual (botón derecho) para abrirla.

Una vez abierta la tabla vemos que tiene dos campos (más el que creamos en *ArcCatalog*, que se llama nombre) que se crean automáticamente: *OID*, que añadirá un número secuencial a cada nuevo registro. No se puede borrar ni editar.

Por su parte, *Field 1* es un campo que se añade por defecto y donde podemos, si lo deseamos, añadir un identificador o código único para cada registro, lo cual nos permitirá establecer en el futuro uniones y relaciones de tablas. Si lo deseamos podemos eliminarlo (figura 5.24).

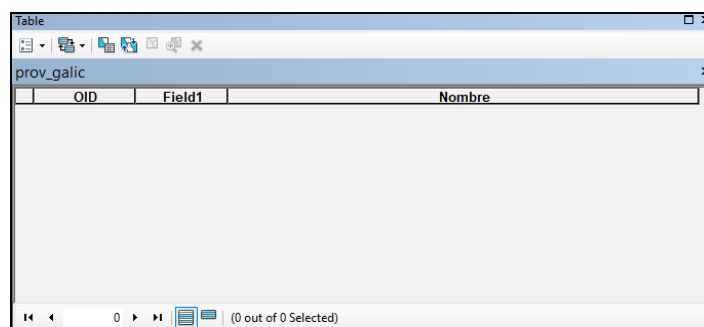


Figura 5.24. Tabla dBase aún sin registros.

Para añadir más campos deberemos hacer clic sobre el botón *Options* y escoger la opción *Add Field*. Se abre una ventana de definición del campo donde introduciremos el nombre del campo, el tipo de datos que contendrá y el número de caracteres máximo que podrá tener. Por cada campo que queramos añadir, deberemos pulsar *Add Field*. Respecto del tipo de datos numéricos debemos tener en cuenta lo siguiente (figura 5.25):

- Float: significa número corto con decimales.
- Double: número largo con decimales.
- Short Integer*: enteros cortos.
- Long Integer*: enteros largos.

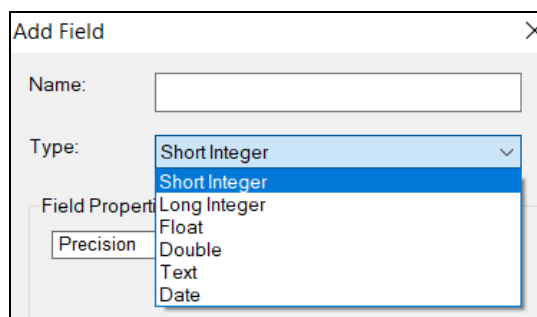


Figura 5.25. Tipos de campos disponibles.

Esta opción también está disponible en *ArcCatalog* (figura 5.26) si previsualizamos la tabla (pestaña *preview*):

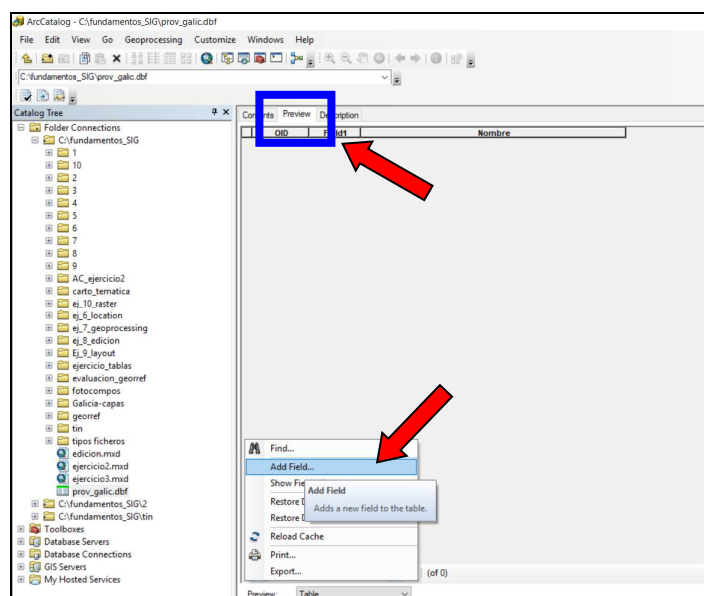


Figura 5.26. Añadir campos desde ArcCatalog.

Normalmente cuando creamos una nueva tabla sabiendo de antemano los campos que debe contener, hacemos la definición de estos desde *ArcCatalog*. La opción de añadir campos desde *ArcMap* se utiliza cuando se añade sobre la marcha un campo nuevo a la tabla que no se había previsto cuando se hizo el diseño de la tabla.

Eliminar campos

Para eliminar campos el procedimiento es el mismo en *ArcCatalog* y en *ArcMap*: en la ventana de previsualización (en el caso de *ArcCatalog*) o con la tabla abierta (en el caso de *ArcMap*), situaremos el cursor sobre el título del campo que queremos borrar, haremos clic con el botón derecho del ratón y, en el menú contextual que se abre, escogeremos la opción *Delete Field*.

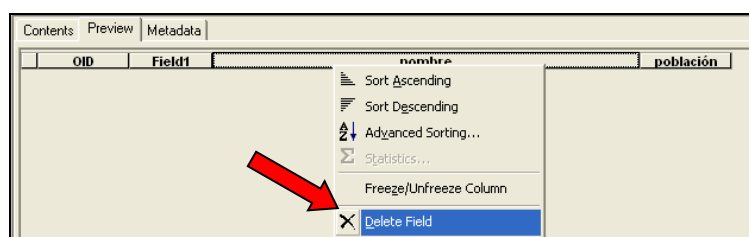


Figura 5.27. Borrar campos de la base de datos.

Editar propiedades de los campos

Haciendo doble clic sobre la base de datos en la tabla de contenidos de ArcMap abriremos la ventana de *Propiedades de la tabla*. En la pestaña *Fields* podremos dar un alias o sobrenombre al campo (que será virtual y sólo afectará a la tabla abierta en el documento actual, físicamente conservará su nombre original), hacerlo visible o no en la capa, etc. (figura 5.28)

Si el campo es numérico, con el botón *Number Format* podremos cambiar el formato numérico con el que se mostrarán los valores en la tabla (figura 5.28).

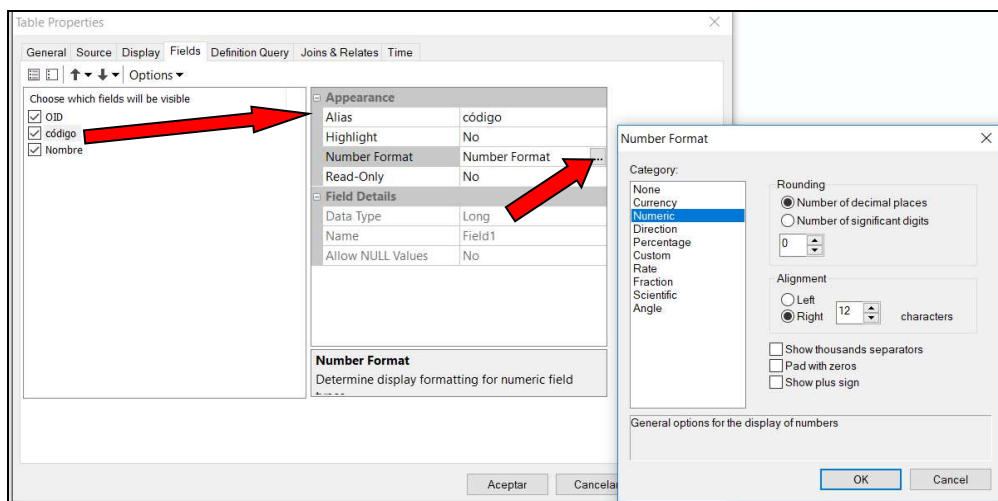


Figura 5.28. Propiedades de los campos.

Añadir registros

Para añadir registros a una tabla, debemos iniciar una sesión de edición con ArcMap. Debemos hacer clic sobre el botón *Editor Toolbar*.

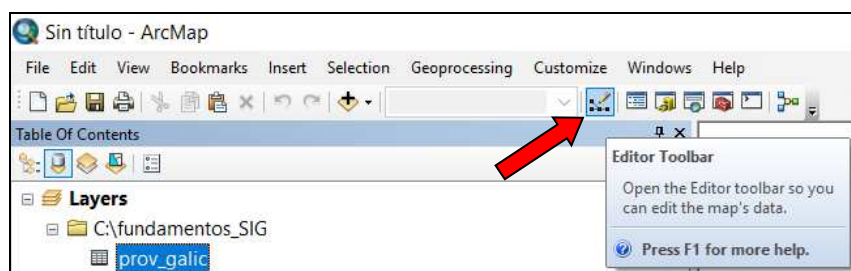


Figura 5.29. Icono de la barra de herramientas de edición (*Editor Toolbar*).

Se abre la barra de herramientas de edición de capas y tablas. Para comenzar una edición, seleccionaremos la base de datos en la tabla de contenidos y haremos clic en *Editor* para seleccionar la opción *Start Editing* (figura 5.30).

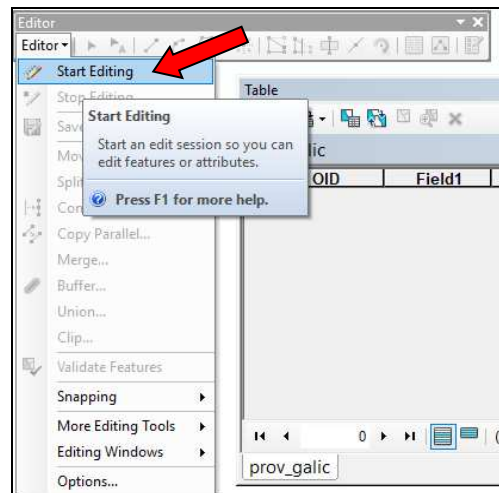


Figura 5.30. Comenzando a editar (*Start editing*) para añadir registros a la tabla.

Una vez comenzada la edición (*Start Editing*), aparecerá en la tabla un registro en blanco y, una vez que hayamos añadido un atributo en este campo, nos aparecerá automáticamente un nuevo registro en blanco (figura 5.31).

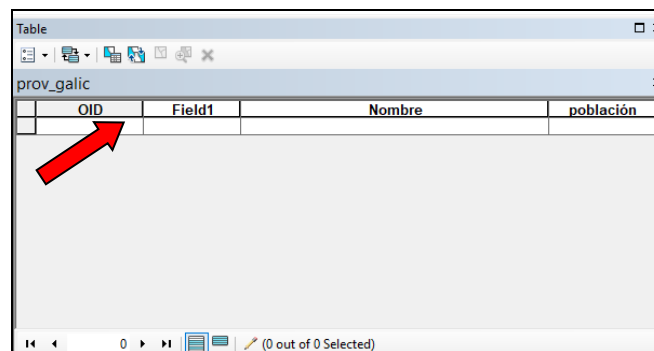


Figura 5.31. Edición de la tabla.

Añadir atributos

Una vez definidos los campos y con el modo de edición activo, sólo deberemos hacer clic con el cursor sobre la casilla en la que queremos añadir el atributo y editar el valor (los decimales deben introducirse con coma -, no con punto). Para confirmar, pulsaremos *intro* o seleccionaremos la siguiente casilla que queremos confirmar.

Table					
prov_galic					
	OID	código	Nombre	población	superficie
	0	15	A. Coruña	1147124	7950,4
	1	27	Lugo	3515300	9856,6
	3	32	Ourense	333257	7273,3
	4	36	Pontevedra	963511	4494,6

Figura 5.32. Introducción de datos en la tabla.

Tipos de campos numéricos que podemos crear (tomado de *ESRI*, la empresa creadora y propietaria de *ArcGIS*):

Numbers

You can store numbers in one of four numeric data types:

- Short integers
- Long integers
- Single-precision floating point numbers, often referred to as *floats*
- Double-precision floating point numbers, commonly called *doubles*

In choosing the data type, first consider the need for whole numbers versus fractional numbers. If you just need to store whole numbers, such as 12 or 12,345,678, specify a short or long integer. If you need to store fractional numbers that have decimal places, such as 0.23 or 1234.5678, specify a float or a double.

Secondly, when choosing between a short or long integer, or between a float or double, choose the data type that takes up the least storage space required. This will not only minimize the amount of storage required but will also improve performance. If you need to store integers between -32,768 and 32,767 only, specify the short integer data type, because it takes up only 2 bytes, whereas the long integer data type takes up 4. If you need to store fractional numbers between -3.4E-38 and 1.2E38 only, specify the float data type, because it takes up 4 bytes, whereas the double data type takes up 8. The following table lists data types, their ranges, and storage requirements. The ranges listed are for file and personal geodatabases. Ranges differ slightly in ArcSDE geodatabases.

Data type	Storable range	Size (Bytes)	Applications
Short integer	-32,768 to 32,767	2	Numeric values without fractional values within specific range; coded values
Long integer	-2,147,483,648 to 2,147,483,647	4	Numeric values without fractional values within specific range
Single-precision floating-point number (float)	approximately -3.4E38 to 1.2E38	4	Numeric values with fractional values within specific range
Double-precision floating-point number (double)	approximately -2.2E308 to 1.8E308	8	Numeric values with fractional values within specific range

Data types and their possible precision and scale values are listed in the following table. Use this table to help you choose data type, precision, and scale for ArcSDE geodatabases.

Data type	Precision (field length)	Scale (decimal places)
Short integer*	1-4 (Oracle) 1-5 (SQL Server, PostgreSQL) 5 (DB2, Informix)	0
Long integer	5-10 (Oracle) 6-10 (PostgreSQL) 6-9 (DB2, Informix, and SQL Server)	0
Float	1-6	1-6
Double	7+	0+

*The precision for short integers differs depending on the DBMS. Short integers with a precision of 4 in Oracle can store values up to 9,999. Short integers with a precision of 5 in SQL Server, DB2, and Informix can store values up to 32,767. There is no reason for you to specify a precision for short integers in ArcCatalog on any database except Oracle. There is no reason to specify a precision for long integers in ArcCatalog on SQL Server or PostgreSQL databases.

The following provides examples of number ranges and how you could store them in an ArcSDE geodatabase.

Range	Data type	Precision (field length)	Scale (decimal places)
0 to 99	Short integer	2	0
-99 to 99*	Short integer	3	0
0 to 99,999	Long integer	5	0
-99,999 to 99,999*	Long integer	6	0
0.001 to 0.999	Float	4	3
1,000.00 to 9,999.99	Float	6	2
-123,456.78 to 0*	Double	9	2
0 to 1,234.56789	Double	9	5

*Negative numbers require additional precision to store the negative sign.

Figura 5.33. Tipos de campos numéricos (tomado de ESRI).

Hemos de fijarnos en que los campos susceptibles de ser editados tienen la cabecera (su título) en blanco, no en gris como es lo habitual cuando no están en modo edición. El campo *OID* se edita automáticamente con un número secuencial a medida que vamos añadiendo registros (figura 5.32).

Si en una casilla hacemos clic con el botón derecho del ratón se nos abre un menú contextual para copiar, cortar, pegar o borrar un atributo. Si nos equivocamos en la edición podemos hacer un *Undo* (deshacer) en la barra de herramientas *Estándar* (figura 5.34).

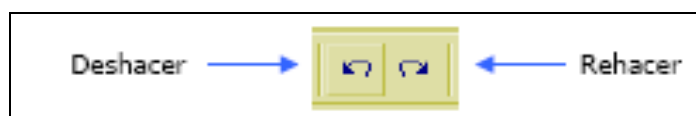


Figura 5.34. Iconos para deshacer y rehacer (*Undo* y *Redo*). Barra de herramientas *Standard*.

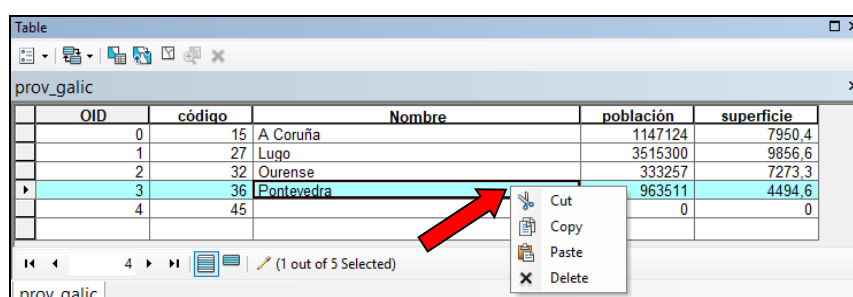


Figura 5.35. Cortar, copiar, pegar y borrar. Botón derecho del ratón encima del registro a editar.

Una vez que hayamos editado el último registro, debajo aparece siempre otro nuevo en blanco: Si este no nos interesa, tan sólo debemos dejarlo como está ya que en cuanto dejemos de editar (*stop editing*) desaparecerá. Si volvemos a comenzar la edición, vuelve a aparecer un registro en blanco.

Para parar la edición, debemos volver a la barra *Editor Toolbar* y en *Editor*, escoger *Stop Editing*. Se nos preguntará si queremos guardar las ediciones efectuadas.

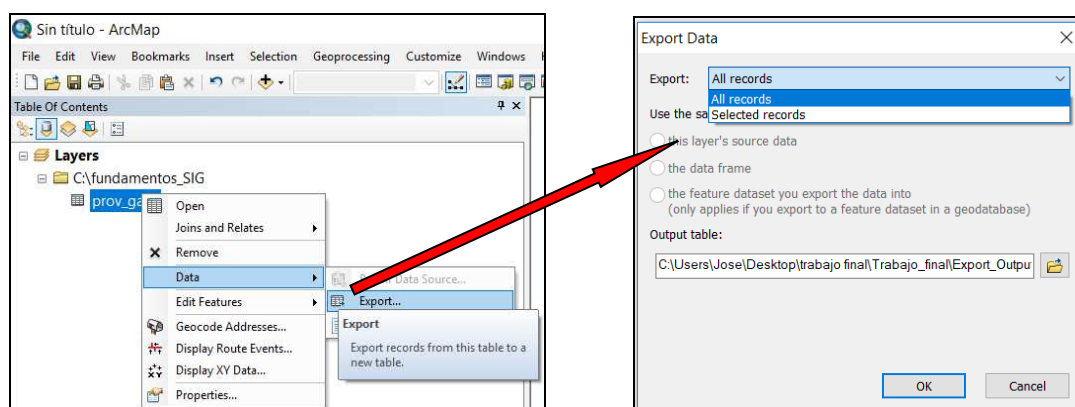


Figura 5.36. Exportar los datos de la tabla desde la tabla de contenidos.

Sólo los ficheros *dBase* y las tablas de una geodatabase (*Access*), pueden ser editados con *ArcMap*; no pueden serlo los ficheros de texto, ni las tablas *INFO*. De todas formas, es posible exportar una tabla a un fichero *dBase* y después, volver a añadirlo al documento como una tabla que pueda editarse. Este paso se hace seleccionando la base de datos en la tabla de contenidos y abriendo su menú contextual (figura 5.36).

También se puede exportar desde la tabla, haciendo clic en el menú Options y seleccionando la opción Export (figura 5.37).

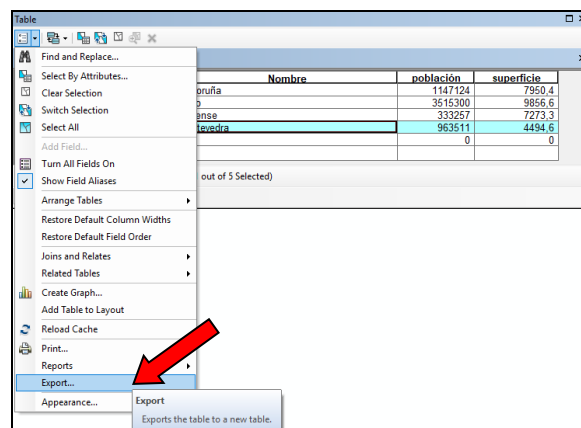


Figura 5.37. Exportar los datos de la tabla desde su menú options.

Borrar registros

Con el modo de edición activo, tan sólo deberemos seleccionar el registro o registros que queremos borrar haciendo clic con el cursor en la casilla situada en el extremo izquierdo. Si queremos seleccionar más de un registro, mantendremos pulsada la tecla *Control*. Cuando tengamos seleccionados todos los registros que queramos eliminar, utilizaremos el botón derecho del ratón y escogeremos la opción *Delete Selected*.

Si queremos deselectar un registro, deberemos volver a hacer clic sobre la casilla.

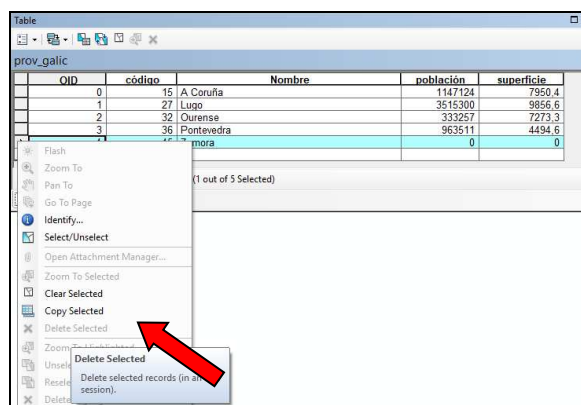


Figura 5.38. Borrar registros.

Calcular campos

En lugar de añadir valores de registros uno a uno con la herramienta *Editar*, se pueden añadir varios valores de una sola vez con el Calculador de Campos. Primero hay que hacer clic sobre el título (cabecera) del campo que se desee calcular y clic con el botón derecho del ratón para escoger la herramienta *Field Calculator*. En ella se puede construir una expresión para calcular los valores para cualquier campo.

Se abre una ventana donde definiremos el valor que se introducirá en el campo. Este valor será añadido a todos los registros seleccionados. Si no hay ningún registro seleccionado, se introducirá en todos.

El valor puede ser un texto o un número, o un cálculo matemático.

Ejemplo: a la tabla de provincias con la que hemos estado trabajando le creamos un nuevo campo que se llame densidad (precisión: 5, dos decimales, tipo *float*). Después calculamos el valor utilizando la calculadora de campos para dividir población entre superficie. Debemos tener presente que la tabla debe de estar en modo edición, de lo contrario no obtendrá los valores que le pedimos.

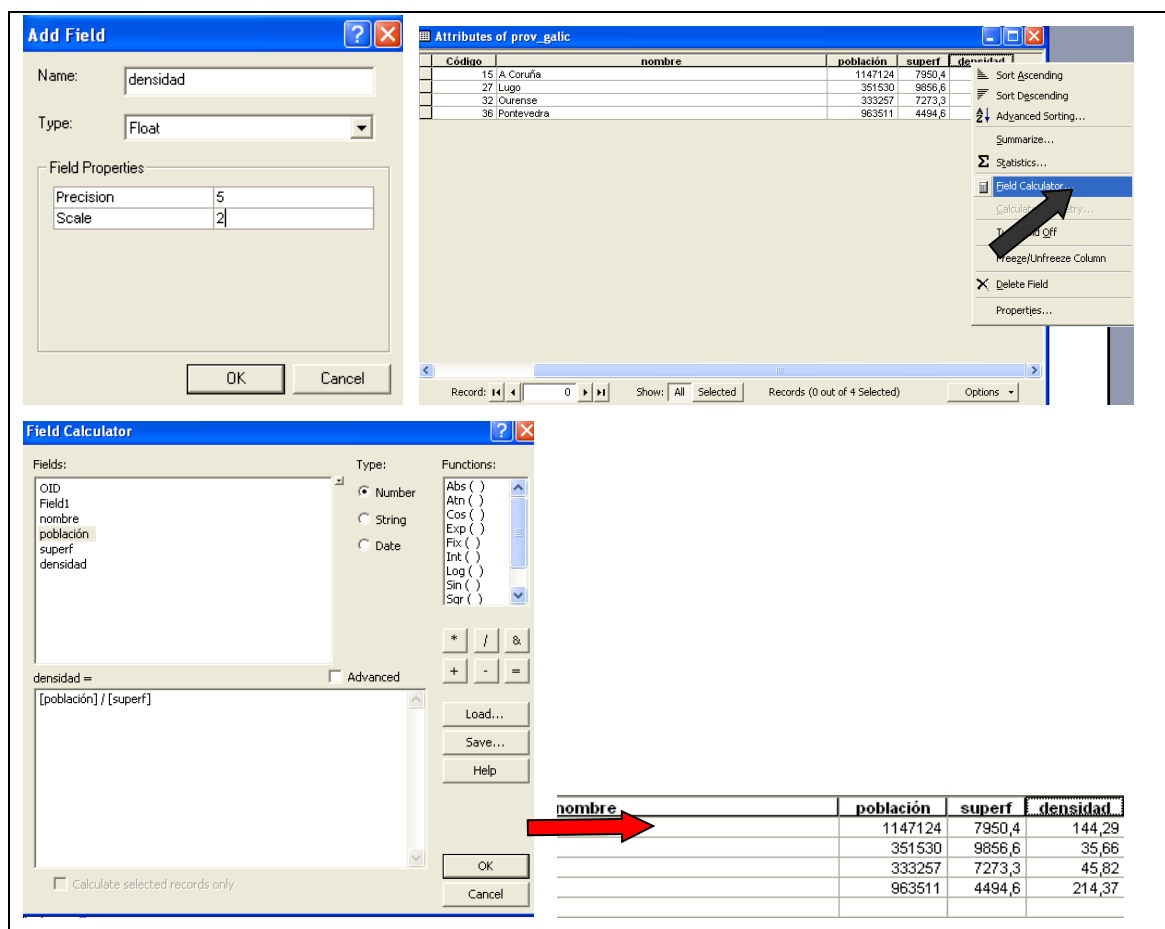


Figura 5.39. Calcular campos en la base de datos.

Se pueden hacer todo tipo de operaciones con los campos: aritméticas, algorítmicas, trigonométricas, modificar textos, insertar, añadir/eliminar caracteres, etc. En la parte superior derecha de la ventana *Field Calculator* aparece el listado de funciones disponibles en función del tipo de campo (numérico, texto, o de fecha). Si el cálculo a realizar es muy complicado, podemos grabar su sintaxis para poder volverlo a aplicar en otra ocasión.

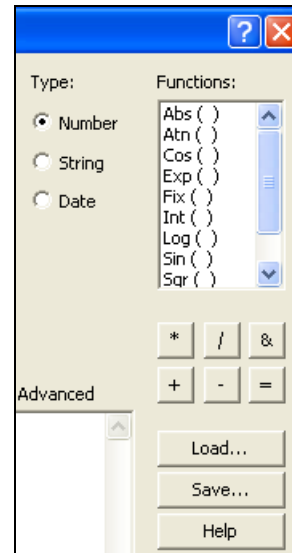


Figura 5.40. Operaciones con el *field calculator*

Consultar tablas

Cuando realizamos una consulta a tablas podemos: seleccionar registros a partir de unos criterios; definir criterios de selección con el Constructor de Consultas (*Query builder*); visualizar la selección; modificar la selección; visualizar estadísticas.

Seleccionar registros a partir de unos criterios

ArcMap permite definir y modificar criterios para seleccionar registros en una tabla y elementos de una capa en el *Map Display*. El *Constructor de Consultas* es el cuadro en el que se especifican los criterios de selección.

Para acceder al constructor de consultas:

- Se hace o bien desde la tabla de atributos haciendo clic sobre el botón *Options* (figura 5.41).

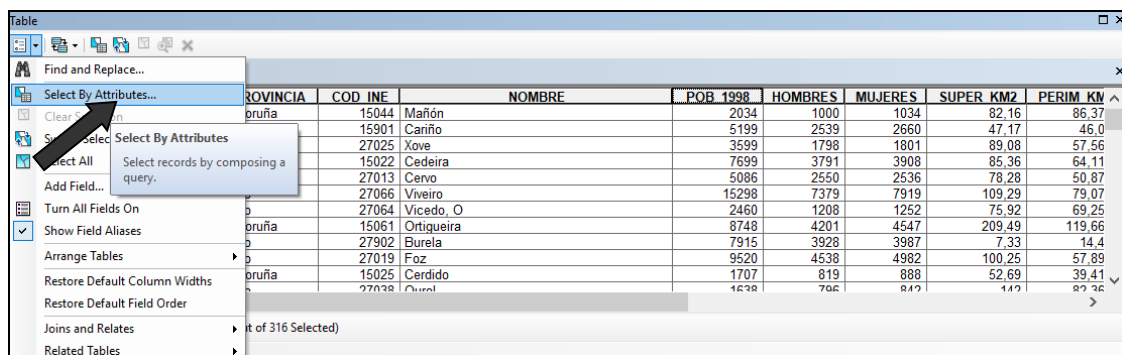


Figura 5.41. Selección por atributos desde el menú *Options* de la tabla

- O bien desde el menú *Selection/Select by Attribute*, desde donde sólo se nos van a permitir consultas a aquellas tablas de atributos que

formen parte de una capa (figura 5.42). Esta opción queda invalidada si queremos hacer consultas a una tabla de atributos independiente (que no tengan información espacial asociada).

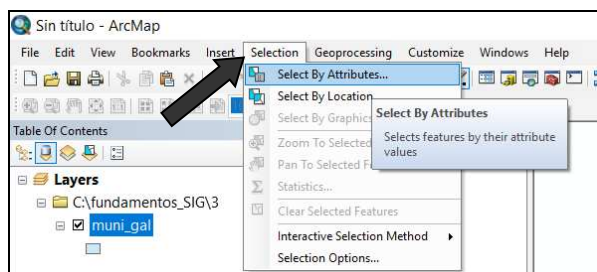


Figura 5.42. Selección por atributos desde el menú *Selection*

Ejemplo: preguntamos, con esta opción a la tabla de atributos del tema *muni_gal.shp* (dentro de la *carpeta 3* de *fundamentos_SIG*), por aquellos municipios que pertenecen a la provincia de Ourense ("Provincia" = "Ourense")

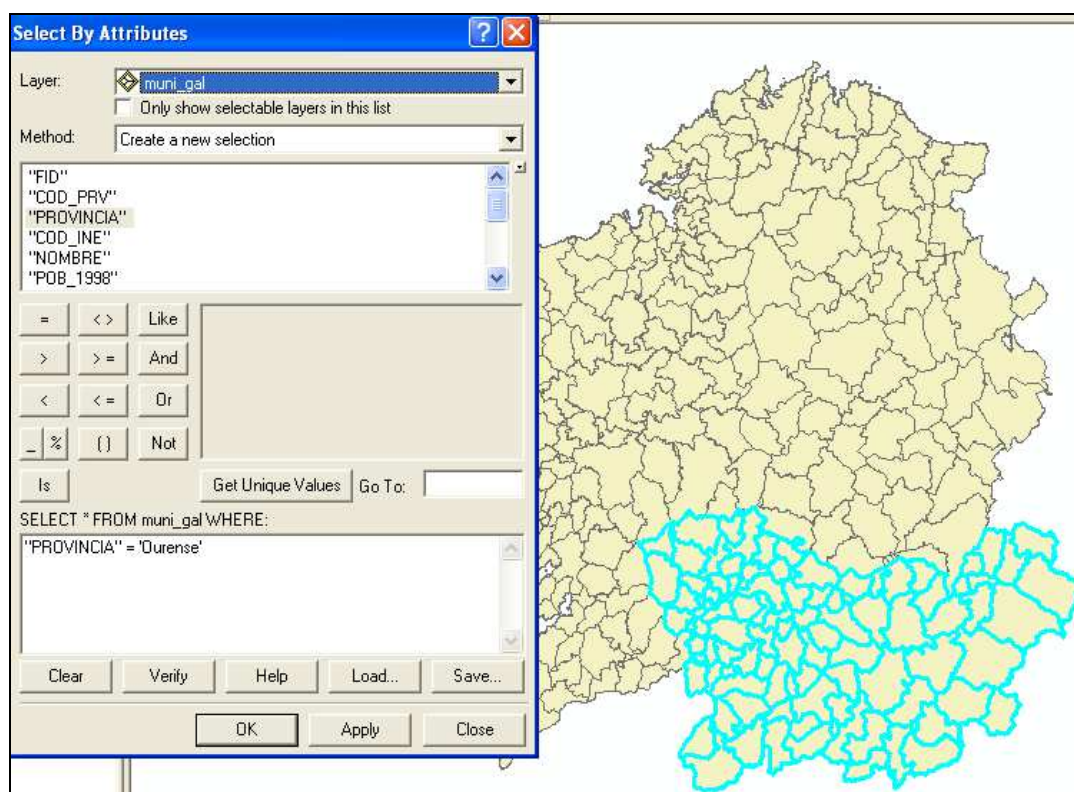


Figura 5.43. Selección por atributos

Definir criterios de selección con el Constructor de Consultas

Los criterios de selección se especifican como una o más expresiones lógicas, cada una conteniendo un campo, un operador y un valor. Se pueden combinar expresiones especificando más de un campo o más de un conjunto de valores.

Es importante ser preciso al combinar expresiones. Los paréntesis permiten definir qué criterios deberían ser evaluados conjuntamente. Sin paréntesis, la expresión es evaluada de izquierda a derecha.

El nombre del campo siempre debe ir entre comillas (""), mientras que el valor si es de texto, tendrá que ir comillas sencillas (` `).

Para construir una expresión se puede escribir directamente en el recuadro en blanco de la parte inferior del constructor de consultas, o de forma interactiva haciendo doble clic sobre el campo donde se buscará el valor. Se hará un clic sobre el operador y otra vez doble clic sobre el valor que interesa seleccionar.

Los operadores que se pueden usar para especificar relaciones entre campos son los siguientes:

= igual a	< = menor o igual que
> mayor que	() expresiones encerradas entre paréntesis se evalúan primero
< menor que	AND- ambas expresiones son verdaderas, ejemplo [área] >= 100 y [área] <= 200
<> distinto de	OR- al menos una expresión es verdadera, ejemplo [lluvia] < 20 o [pendiente] > 35
> = mayor o igual que	NOT- excluye ejemplo no [nombre] <= "California"

Una vez introducida la expresión la podemos grabar para volver a utilizarla en otra ocasión o verificarla para comprobar que funciona correctamente con el botón *Verify*. Si la expresión funciona, la aplicaremos mediante el botón *Apply*.

Ejemplo: buscaremos en la tabla de *muni_gal.shp* (dentro de la *carpeta 3 de fundamentos_SIG*) aquellos municipios de Ourense y A Coruña que en 1998 tuviesen más de 2000 habitantes y una tasa de masculinidad mayor de 95.

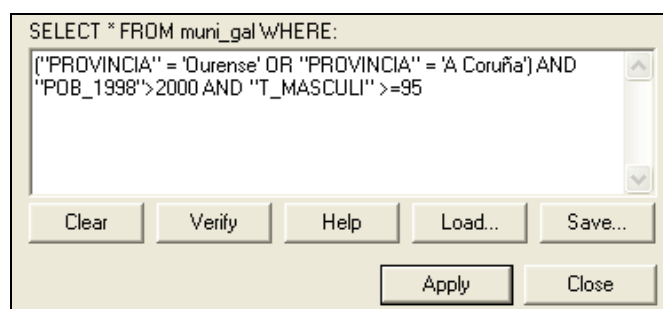


Figura 5.44. Expresión en el constructor de consultas

Visualizar la selección

La selección realizada aparece en azul tanto en la tabla como en los elementos de la capa en el *Map Display*. El número de registros seleccionados y el número total de registros son mostrados en la barra inferior de la tabla.

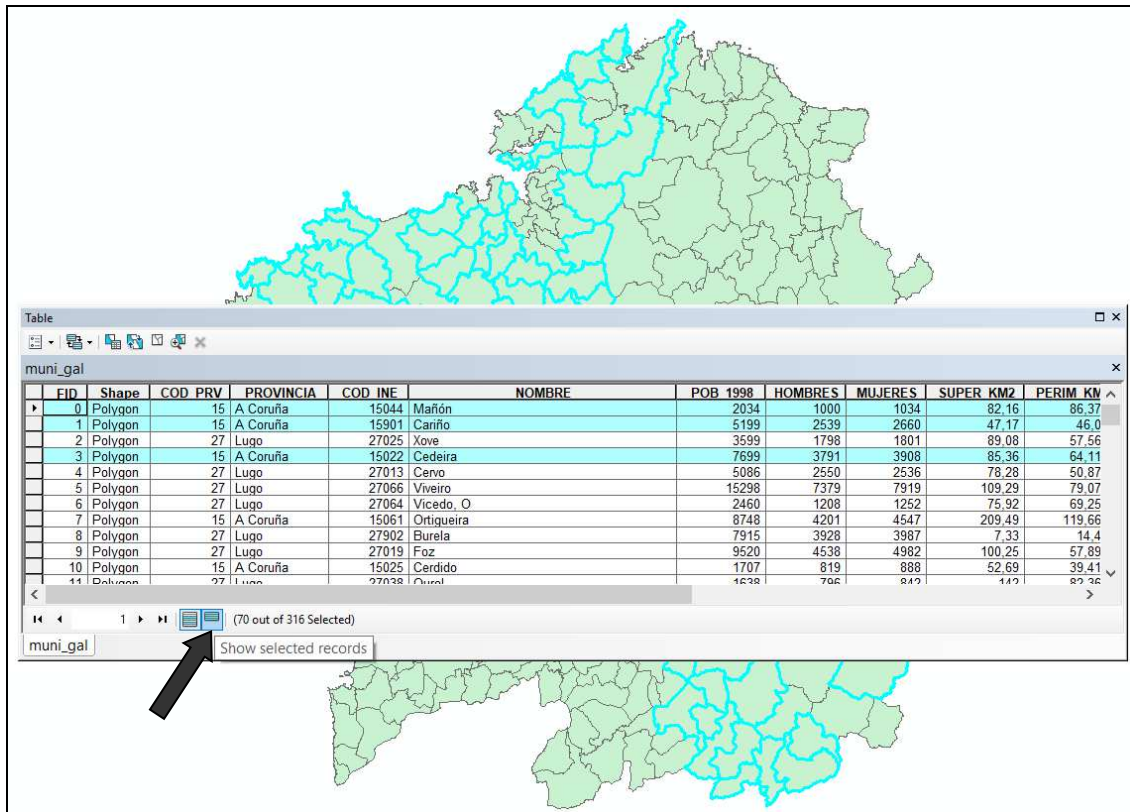


Figura 5.45. Visualización de la selección en la tabla y en el *map display*.

Para mostrar en la tabla únicamente los registros seleccionados deberemos usar el botón *Show selected records* de la barra inferior de la tabla (figuras 5.45 y 5.46).

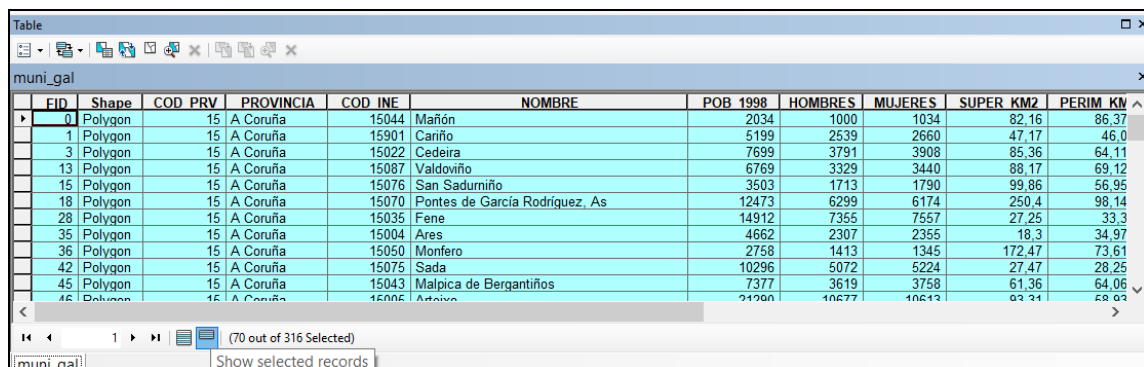


Figura 5.46. Visualización única de los registros seleccionados.

Aunque por defecto el color de selección es el azul, se puede cambiar el color escogiendo la opción *Appearance* dentro de *Options*.

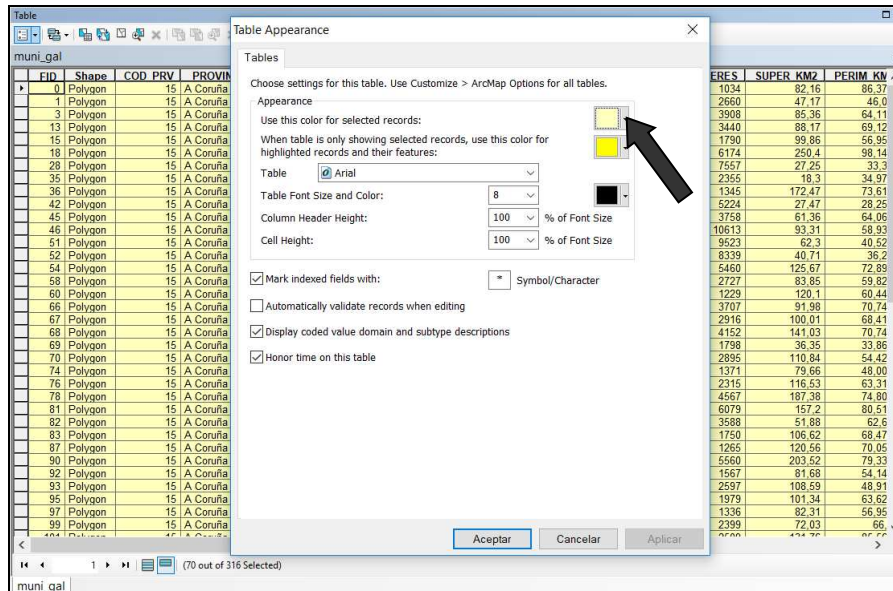


Figura 5.47. Cambio de apariencia de las selecciones.

Sólo en el caso de que en la tabla tengamos escogida la opción de mostrar únicamente los registros seleccionados, los podremos ir resaltando uno por uno haciendo clic en la casilla del extremo izquierdo de la tabla. El registro quedará seleccionado en amarillo (el color también lo podemos cambiar en *Appearance*), así como su elemento correspondiente en la capa.

Esta opción es útil cuando tenemos varios registros seleccionados, para poder identificar en el *Map Display* cuál es el resaltado. En la imagen inferior podemos ver esta circunstancia, y además podemos comprobar la interactividad total entre tabla y capa espacial (lo que hagamos en una repercute en la otra de manera inmediata).

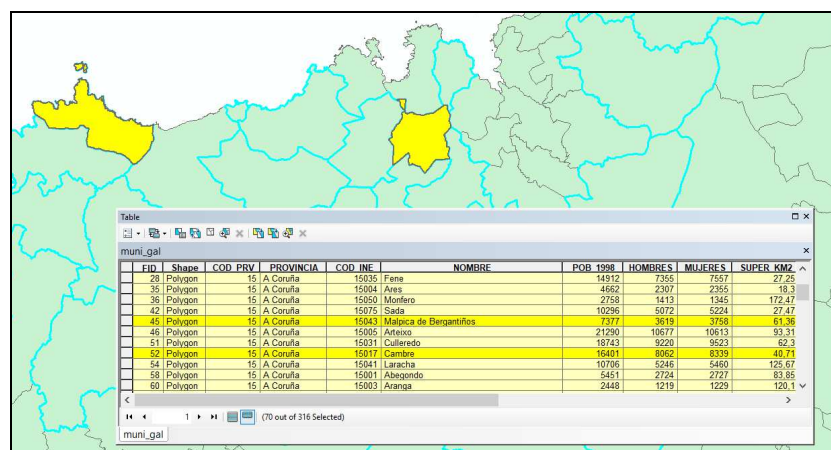


Figura 5.48. Interactividad entre tabla y mapa.

Modificar la selección

Tras una primera selección, podemos aplicar nuevas selecciones sobre el conjunto preseleccionado, añadiendo o suprimiendo nuevos registros. Para ello deberemos ir al constructor de consultas y en la parte superior, utilizamos una de las opciones disponibles en el desplegable *Method*:

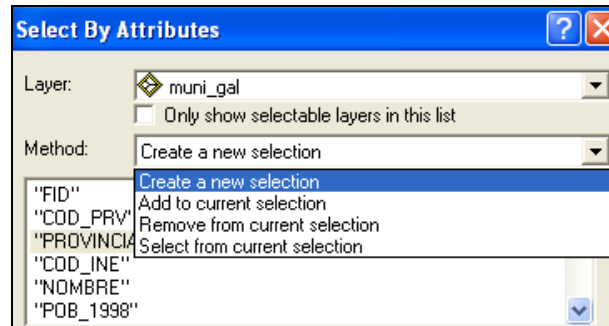


Figura 5.49a. Diferentes posibilidades de selección.

- *Create a new selection*: crea una nueva selección
- *Add to current selection*: añadir registros seleccionados a la selección actual
- *Remove from current selection*: nueva selección sobre el conjunto seleccionado.
- *Select from current selection*: seleccionar desde la selección actual.

En el menú selection, podemos definir también el método de selección a partir de la opción Interactive Selection Method.

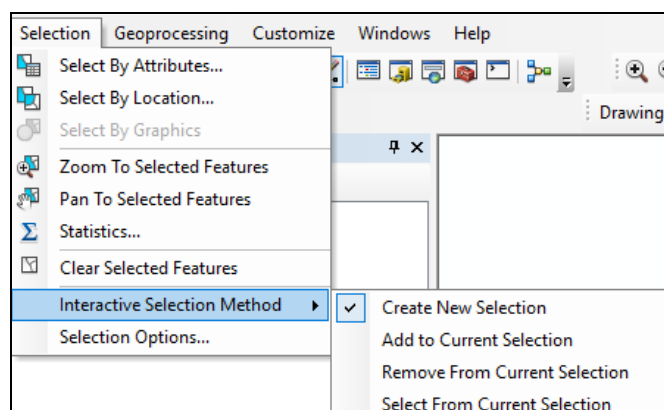


Figura 5.49b. Diferentes posibilidades de selección desde el menú Selection/Interactive Selection Method

Otras herramientas para modificar la selección están disponibles desde Options en la tabla de atributos (figura 5.50)

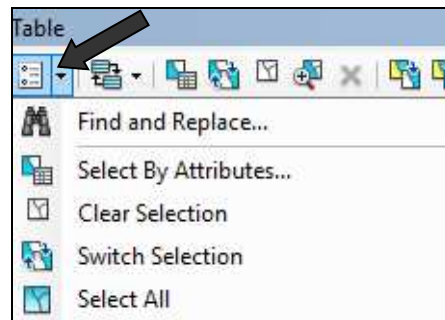


Figura 5.50. modificar selección

- *Select all*: seleccionar todo. Selecciona todos los registros en una tabla.
- *Clear Selection*: Limpiar la selección. Deselecciona todos los registros.
- *Switch Selection*: Conmutar la selección. Cambia el conjunto seleccionado a todos los registros antes no seleccionados. Si no hay registros seleccionados, usando este botón se seleccionarán todos los registros.

Estas opciones también están disponibles para la selección de elementos en la capa (en la información espacial).

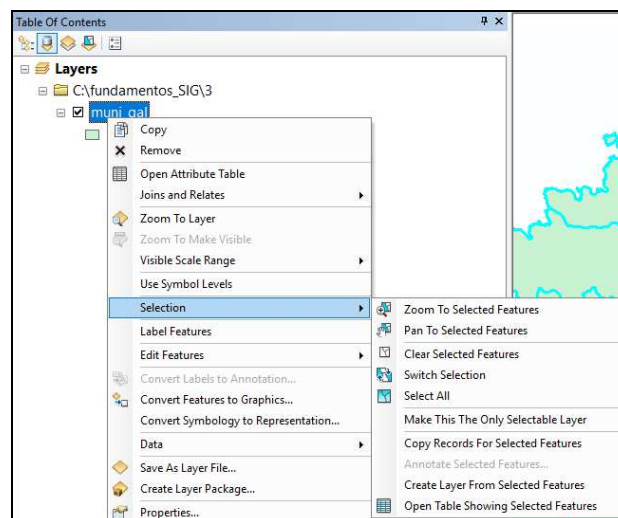


Figura 5.51. Opciones de selección de elementos en el menú contextual de la capa

Visualizar estadísticas

Con *ArcMap* podemos visualizar estadísticas para un campo numérico en una tabla. Si hay cualquier registro seleccionado en el campo, *ArcMap* visualiza estadísticas sólo para esos registros; si no hay ningún registro seleccionado se muestran las estadísticas para todos los registros.

Para visualizar estadísticas, hay que elegir un campo desde la tabla activa y después abrir el menú contextual con el botón derecho del ratón para escoger la opción *Statistics*.

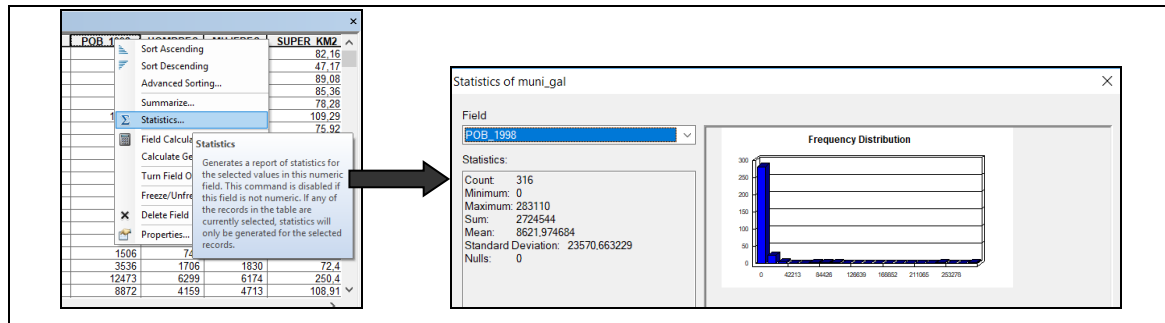


Figura 5.52. Visualización de estadísticas de un campo numérico.

Aparece una ventana con las estadísticas para el campo seleccionado. Sin cerrar esta ventana podemos visualizar las estadísticas de otros campos de la tabla seleccionando en el campo Field (figura 5.52).

Las estadísticas disponibles son: Mínimo, Máximo, Suma, Media y Desviación Estándar o Típica. También aparece un histograma de distribución de frecuencia. Desde el menú *Selection* también podemos visualizar las estadísticas de los elementos seleccionados de una capa (figura 5.53).

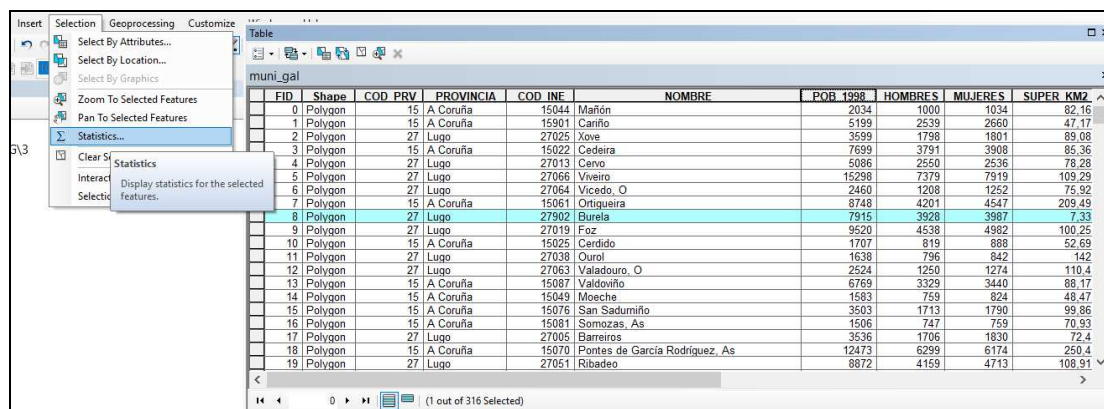


Figura 5.53. Visualización de estadísticas de un registro seleccionado desde el menú *Selection*.

Resúmenes (sumarios) de tablas

Un sumario es un resumen del número de veces que se da un valor único en una tabla de atributos. Puede, además, incluir una serie de cálculos relativos a campos numéricos de esa misma tabla.

Cuando hacemos un sumario sobre una tabla, *ArcMap* crea un fichero *dBase*. Cada registro contiene un recuento mostrando cuantos registros en la tabla original

tienen este valor. Cada registro, contiene también el resultado de cualquier estadística de sumario que haya sido utilizado para cualquier otro campo en la tabla original.

Para realizar un sumario debemos elegir el campo del cual queremos realizar la operación y abrir el menú contextual con el botón derecho del ratón para escoger la opción *Summarize*. Se pueden resumir todos los registros o sólo los registros seleccionados, basados en los valores en un campo activo en particular.

Ejemplo: en la tabla de atributos de *muni_gal.shp* vamos a hacer un sumario por el campo comarca.

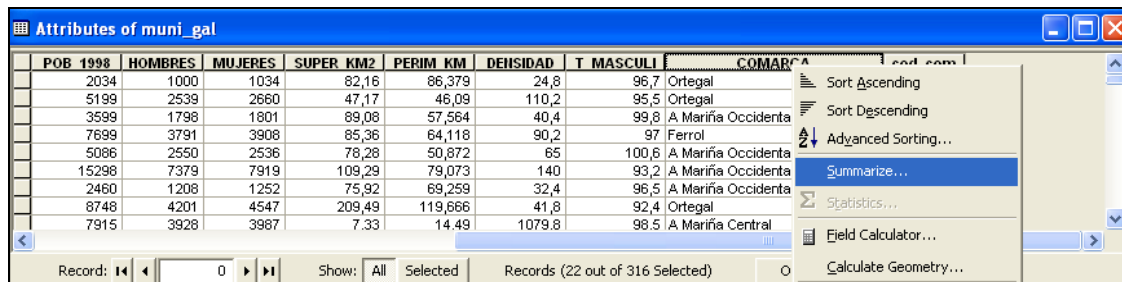


Figura 5.54. Resumen o sumario de tabla.

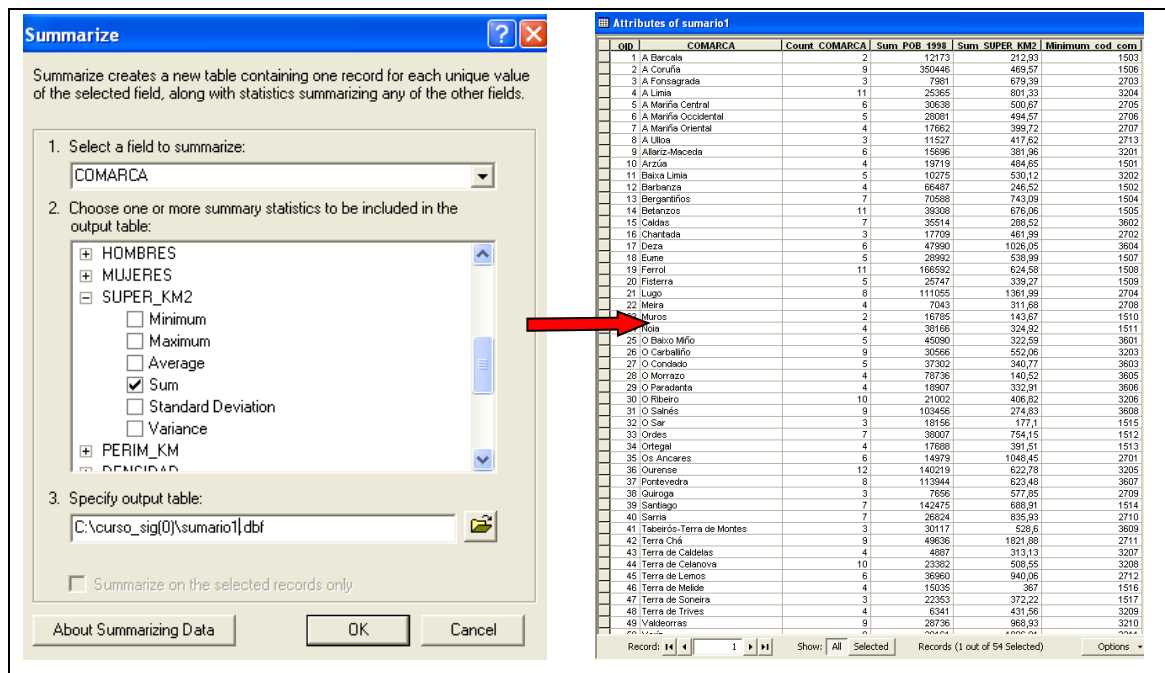


Figura 5.55. Resumen o sumario de tabla. Cuadro de diálogo *Summarize*.

En la ventana *Summarize* (figura 5.55) seleccionaremos en la sección 1 el campo que queremos resumir. Por defecto aparece el que hemos seleccionado al activar el sumario. En el punto 2, elegimos una o más estadísticas para cada campo numérico que incluiremos en la tabla resumen. Sólo hemos de seleccionar qué estadísticas nos interesan de cada campo. Si no nos interesa ninguna estadística en

particular, no seleccionaremos nada. En el punto 3, deberemos asignar una ruta y un nombre de salida a la tabla *dBase* que se nos generará. Por último, si tenemos registros seleccionados, podemos escoger entre realizar un sumario sólo a estos o a todos los registros de la tabla. Para ello activaremos o desactivaremos la casilla de verificación situada debajo del apartado 3 de la ventana *Summarize*. Una vez que hagamos clic en OK, nos pedirá si queremos añadir la tabla a la TOC.

Construir relaciones entre tablas

Lo más frecuente es encontrarnos con que una aplicación requiere acceder a información desde diferentes tablas. O simplemente necesitaremos ampliar los atributos de nuestras capas o actualizarlas.

En *ArcMap* se pueden asociar tablas de atributos de capas con otras tablas alfanuméricas para acceder a datos adicionales sobre elementos de la capa. Una vez que asociamos las tablas, podremos usar los datos para construir consultas, crear gráficos, realizar análisis o desplegar elementos.

Para asociar varias tablas se puede o bien unirlas o bien enlazarlas. La operación que elijamos depende de la relación entre los registros de las dos tablas. Todo lo requerido para realizar una unión o enlace es un campo que sea común a ambas tablas el cual puede ser un nombre, o un código identificador.

La **unión de tablas** implica que los datos de la tabla alfanumérica son incorporados a la tabla de atributos de la capa, formando una única tabla.

En una **relación de tablas**, estas se mantienen separadas, aunque exista una relación entre los registros que comparten un atributo común. Para comprobar una relación, se pueden seleccionar una serie de registros de cualquiera de las dos tablas y automáticamente, se seleccionarán sus correspondientes registros en la otra tabla

a) Relaciones entre tablas

Usando técnicas de bases de datos relacionales podemos combinar rápidamente datos almacenados en tablas independientes.

Para enlazar tablas correctamente, debemos saber qué tipo de relación existe entre los registros. La forma en que asociemos tablas en *ArcMap*, depende de la relación entre ellos. Las relaciones posibles entre registros son **uno-a-uno**, **muchos-a-uno** y **uno-a-muchos**.

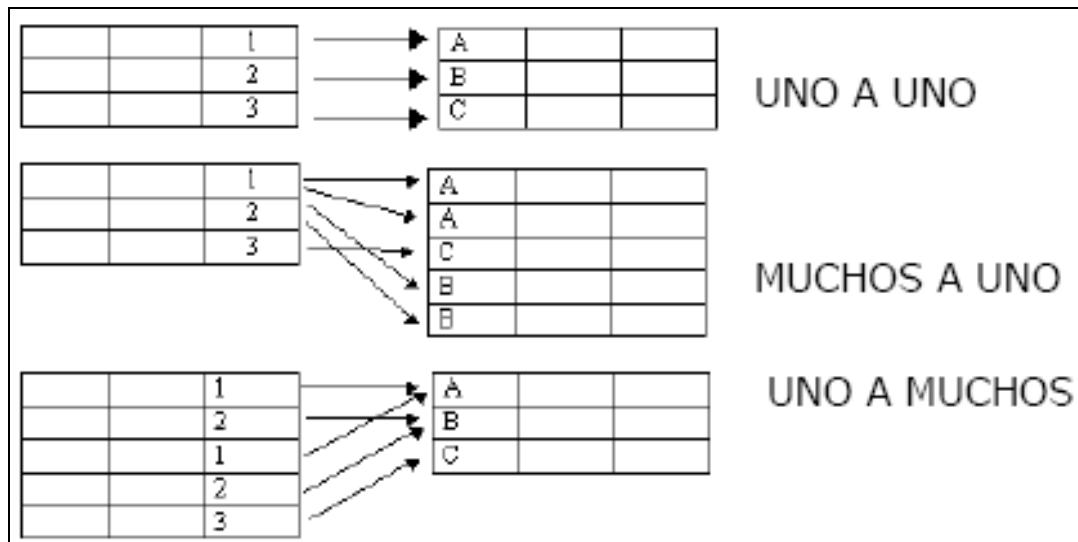


Figura 5.56. Tipos de relaciones entre tablas alfanuméricas.

- Ejemplo de relación Uno a Uno: queremos asociar una tabla alfanumérica con datos no espaciales referenciados a capitales de países, con una capa de países. Como cada país tiene sólo una capital, lo más apropiado será unir las tablas. El atributo con valor 'París' será unido al registro correspondiente a Francia, el atributo con valor 'Roma' será unido al registro correspondiente a Italia, etc.

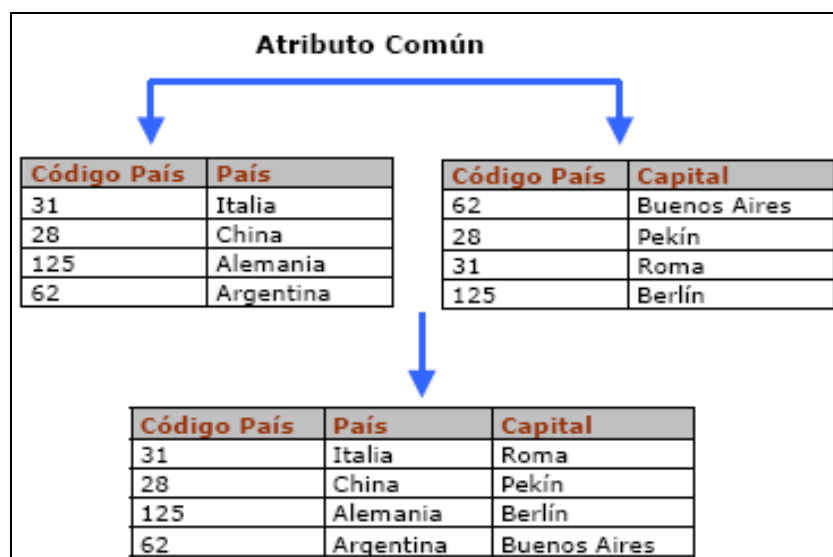


Figura 5.57. Relación uno a uno entre tablas alfanuméricas.

- Ejemplo de relación Uno a Muchos: queremos asociar una tabla con atributos no espaciales que describen tipos de regímenes políticos. Como cada país sólo puede tener un tipo de régimen político, las tablas pueden ser unidas. El atributo con valor 'Monarquía', será unido a los registros correspondientes a

Reino Unido y España, el atributo `República`, será unido a los registros de Francia e Italia, etc.

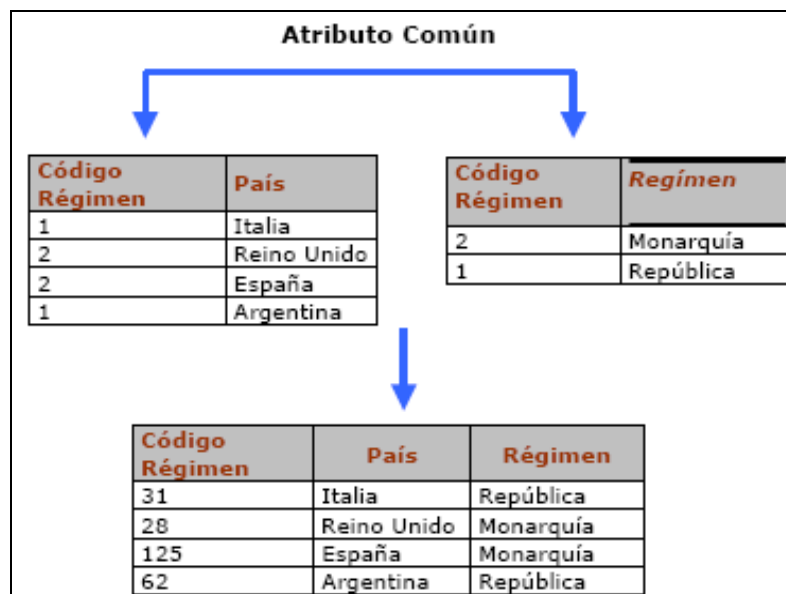


Figura 5.58. Relación uno a muchos entre tablas alfanuméricas.

- Ejemplo de relación Muchos a Uno: ahora intentaremos asociar una tabla con atributos no espaciales que contiene las principales ciudades de un país, con una capa de países. Como cada país tiene más de una ciudad asociada, la unión no es posible. Si el atributo con valor `París` es asociado a Francia, el resto de ciudades principales de Francia quedaría suelto sin correspondencia, ya que a un registro sólo se le puede unir un registro. En este caso, las tablas deben ser enlazadas.

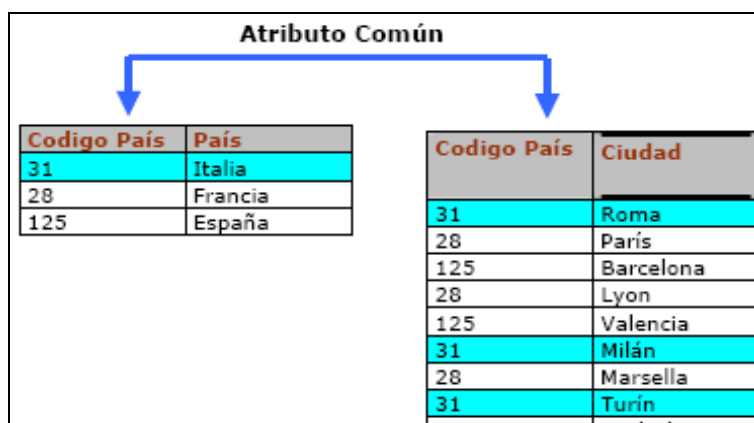


Figura 5.59. Relación muchos a uno entre tablas alfanuméricas.

Al seleccionar un registro, se nos seleccionarán sus correspondientes en otra tabla. La relación puede ser unidireccional (en un solo sentido, es decir, podemos

seleccionar un registro en una tabla y se seleccionan sus correspondencias en la otra, pero no a la inversa), o bidireccional (la relación funciona en ambos sentidos).

Unión de tablas

La unión de tablas es una operación que asocia y anexa registros de dos tablas. Para unir dos tablas deberemos abrir el menú contextual de la capa, o la tabla en la TOC a la cual queremos unir una tabla de datos. Escogeremos la opción *Join...* dentro del desplegable *Joins and Relates* (Uniones y Enlaces).

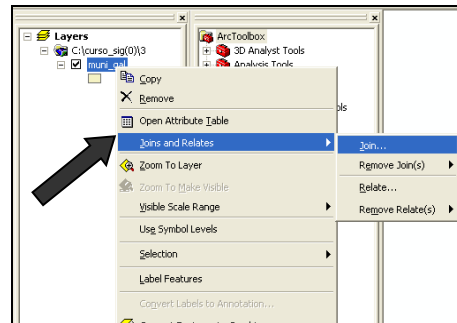


Figura 5.60. Unión (*Join*) de tablas alfanuméricas.

En el apartado 1 de la ventana *Join Data* que se abre a continuación (figura 5.61) se seleccionará el campo que será común de la tabla de atributos de la capa (que será la de destino, es decir, la que reciba la información), o de una tabla de datos a la cual se le quieren añadir los campos de otra.

En el apartado 2, seleccionaremos la tabla origen, la cual contiene los campos que queremos añadir a la tabla de destino. No tiene por qué ser una tabla de datos no espaciales, también puede ser una tabla de atributos de una capa. Para eso activaremos la casilla de verificación *Show the attribute tables of layers in this list* (muestra la lista de tablas de atributos de las capas).

Por último, en el apartado 3, escogeremos tan sólo el campo común externo, o campo común da la tabla origen.

Además, nos aparecerán las siguientes dos opciones:

- *Keep all records*: si un registro en la tabla de destino no tiene correspondencia en la tabla de origen, aparecerá con el valor *<Null>* en aquellos campos que han sido añadidos desde la tabla origen. Es la opción por defecto.
- *Keep only matching records*: si un registro en la tabla de destino no tiene correspondencia en la tabla origen, ese registro será borrado en la tabla destino.

Si la tabla destino es una tabla de atributos de una capa, los elementos que corresponden a los registros eliminados no aparecerán en el *Map Display*.

Ejemplo: unimos la tabla de atributos *muni_gal.shp* por el campo *cod_ine* con la tabla *2014.xls* (carpeta 2 de *fundamentos_SIG*).

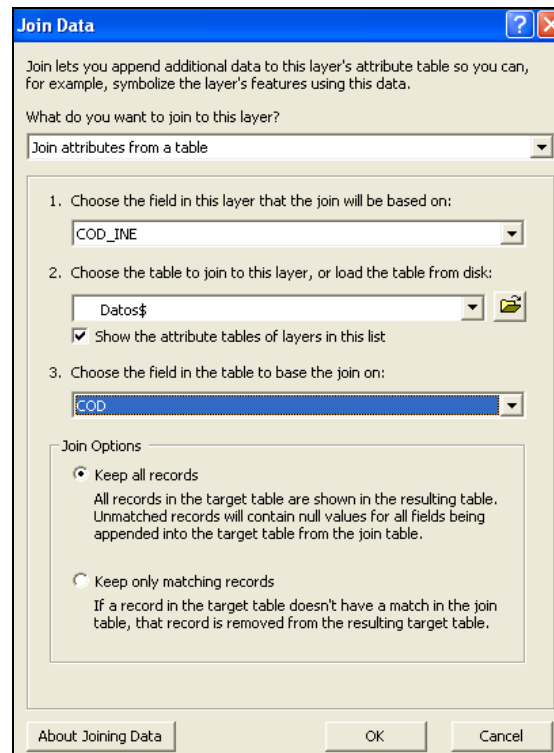


Figura 5.61. Ventana *Join data* para la Unión (*Join*) de tablas alfanuméricas.

Resultados de la unión de tablas

Una vez que se ha hecho la unión abriremos la tabla de atributos o tabla de datos de destino desde la TOC con el menú contextual (figura 5.62).

Attributes of muni_gal									
	SUPER KM2	PERIM KM	DENSIDAD	T MASCULI	COMARCA	cod com	COD	NOME	POB 11
▶	82,16	86,379	24,8	96,7	Ortega	1513	15044	Mañón	1589
	47,17	46,09	110,2	95,5	Ortega	1513	15901	Cariño	4474
	89,08	57,564	40,4	99,8	A Mariña Occidental	2706	27025	Xove	3496
	85,36	64,118	90,2	97	Ferrol	1508	15022	Cedeira	7338
	78,28	50,872	65	100,6	A Mariña Occidental	2706	27013	Cervo	4562
	109,29	79,073	140	93,2	A Mariña Occidental	2706	27066	Viveiro	16107
	75,92	69,259	32,4	96,5	A Mariña Occidental	2706	27064	Vicedo, O	1921
	209,49	119,666	41,8	92,4	Ortega	1513	15061	Ortigueira	6956
	7,33	14,49	1079,8	98,5	A Mariña Central	2705	27902	Burela	9575

Figura 5.62. Resultado de la unión de tablas

Podemos unir a una tabla tantas tablas como queramos. Esta unión siempre es virtual, sólo se mantiene en el documento de mapa actual, físicamente no existe. Si queremos que esta unión se mantenga para ser utilizada en otros documentos, optaremos por convertir la capa resultante en un fichero *layer* (*Save as Layer file*) (figura 5.63a).

Si deseamos realizar una unión física, realizaremos una copia de la capa mediante la opción *Export Data* en el menú contextual (figura 5.63b). La tabla de atributos de la capa resultante, adopta como fijos los campos de la tabla o tablas de

origen y, en las cabeceras de los campos, ha desaparecido el prefijo que indica su procedencia.

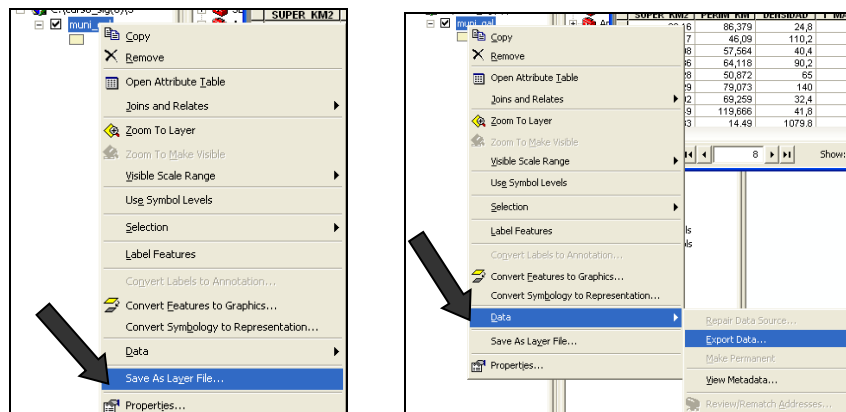


Figura 5.63a y 5.63b. Guardar como un archivo de capa (*Layer file*) o como una nueva capa (*Data/Export Data*)

Si deseamos eliminar una unión o todas de una capa o tabla, abriremos el menú contextual y en la opción *Remove Joins(s)* (dentro del desplegable *Joins and Relates*), elegiremos qué unión queremos eliminar (figura 5.64a).

Las uniones, así como los enlaces, también se pueden crear y borrar desde la ventana de Propiedades de la capa o la tabla, en la pestaña *Joins & Relates* (figura 5.64b).

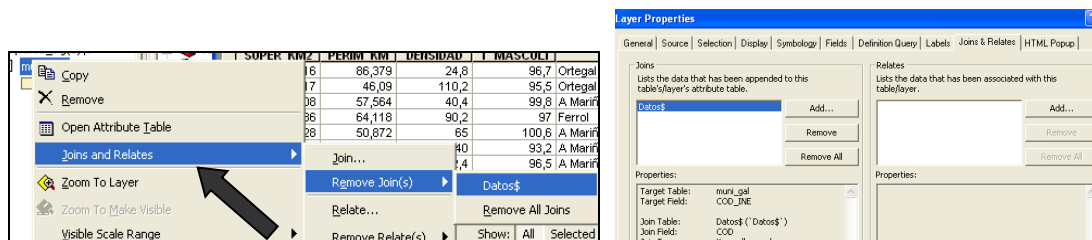


Figura 5.64a y 5.64b. Deshacer uniones y relaciones (*Joins and Relates*)

Enlazar tablas

El proceso para enlazar tablas es el mismo que para unirlos. Abriremos el menú contextual de la capa o la tabla en la TOC a la cual queremos enlazar una tabla de datos, y escogemos la opción *Relates* dentro del desplegable *Joins and Relates* (Uniones y Enlaces). A continuación, seguimos los pasos que se nos van pidiendo al igual que hicimos en el *Join*.

Ejercicio 6.**Trabajar con tablas**

Los archivos digitales necesarios para realizar este ejercicio se encuentran en la carpeta: *c:/fundamentos_SIG/ejercicio_tablas*.

Los aspectos a abordar son los siguientes:

1.-Generar una nueva tabla. En ella debe aparecer la población de Galicia por provincias del año 2017 (deberás obtener los datos en el Instituto Galego de Estatística – IGE).

A esta tabla deberá añadirse los siguientes campos:

-población: la del año 2017

-superficie: (A Coruña: 7950,4 km²; Lugo: 9856,6 km²; Ourense: 7273,3 km²; y, Pontevedra: 4494,6 km²)

-densidad

SE deberá introducir los datos manualmente en el caso de los campos población y superficie, mientras que los de densidad se deberán calcular mediante la calculadora de campos de *ArcGis*.

2.-Una vez concluida la tabla se vinculará mediante un *join* (unión) con la capa *provincias.shp*, que está disponible en la carpeta “*ejercicio_tablas*”.

3.-Esa unión deberá convertirse en permanente transformándola en una nueva capa que se llamará *provincias2.shp*. Una vez realizado hay que representarla mediante una leyenda de cantidades, de color graduado, con dos intervalos, utilizando el campo densidad.

4.- A continuación, se incluirá en el tema *munis_pobl.shp* (carpeta “*ejercicio_tablas*”) un nuevo campo que recoja la población municipal de Galicia del año 2017. Se hará mediante una unión (*join*), que una vez realizada se convertirá en permanente en una nueva capa que se llamará *munis_pob2.shp*.

5.- Representar mediante una leyenda de cantidades, de color graduado, la densidad de población en el año 2017 (calcular un nuevo campo, llamado densidad, con la calculadora de campos). Debe tener los siguientes intervalos:

< 20 / 20-50/ 50-100/ 100-200/ 200-400/ 400-800/ >800 hab/km².

6.-Indicar que municipios tienen más de 100 hab/km², y que al mismo tiempo pertenezcan a las provincias de Lugo y Ourense. Para ello utilizar el constructor de consultas (*query builder*). Mostrar el resultado de dos formas: por un lado, visualizando en el mapa los municipios que cumplen la condición y, por otro, visualizándolos en la tabla, en la opción de mostrar sólo los municipios seleccionados.

7.-Hacer un sumario de tabla en el tema *munis_pob2.shp* por el campo comarca, en el que aparezcan como campos al menos el código de comarca y la suma de la

población de 2017. Una vez hecha esta tabla se debe vincular al tema *comarca.shp* (carpeta “*ejercicio-tablas*”) mediante un *join* (se deberá hacer permanente generando un nuevo tema: *comarca2.shp*) y representar la población de 2010 por comarcas (leyenda de cantidades, color graduado, 5 clases).

6. Georreferenciar imágenes

Para poder visualizar imágenes (fotografías aéreas, imágenes de satélite, etc.) en un SIG junto con otras capas de información, debemos asignarles unas coordenadas, es decir, georreferenciar las imágenes.

Para asignar las coordenadas debemos partir de una capa u otra imagen que ya posea las coordenadas que queremos incluir en el fichero a georreferenciar. La operación requiere localizar una serie de puntos de control del terreno en ambos documentos y establecer entre ellos una relación. Cuantas más relaciones, más precisión se alcanzará bajo cualquier método que se emplee. Su distribución debe hacerse por las zonas próximas a los bordes del RASTER a georreferenciar, con algunos puntos distribuidos en su interior.

Georreferenciar un RASTER permite su visualización, su interrogación y su análisis junto a otros datos geográficos. *ArcGis* permite georreferenciar un RASTER partiendo de un documento vectorial ya georreferenciado, que servirá como objetivo (*target*) para localizar los puntos de control necesarios, visibles igualmente en el documento RASTER, para trazar desde éstos una línea de *union* (*link*) que permitirá al programa asignar las coordenadas a cada celda del documento RASTER.

En este apartado veremos cómo realizar georreferenciaciones a partir de un ejercicio práctico en el que se procederá a darle coordenadas (georreferenciar) a un mapa topográfico analógico escaneado, en concreto el que representa la hoja 1:25.000 con la numeración 94(IV)-Santiago de Compostela que está en la carpeta *georref* dentro del directorio *c:/fundamentos_SIG*.

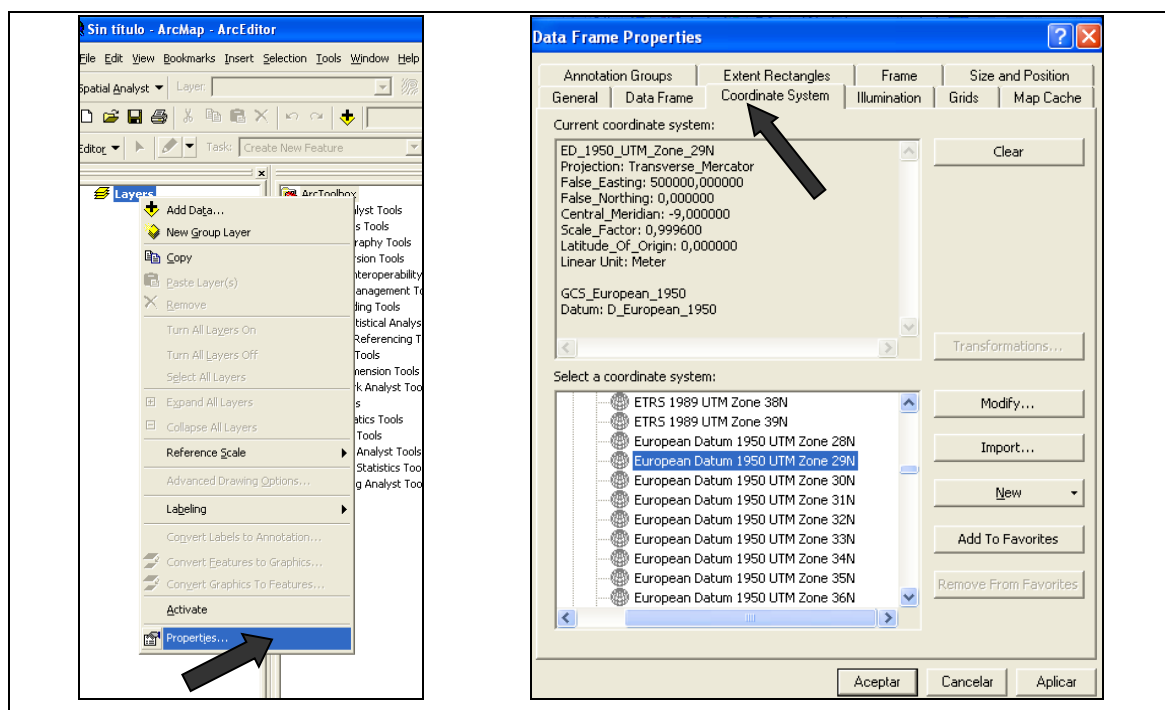


Figura 6.1. Establecer sistema de coordenadas

Como paso previo a la georreferenciación debemos establecer que sistema de coordenadas tendrá el *data frame*. Para ello deberemos hacer clic sobre él con el botón derecho del ratón y en el menú *Properties*, escoger las *opciones coordinate system / Predefined / projected coordinate system / UTM / Other GCS / European Datum 1950 UTM Zone 29N* (figura 6.1).

A continuación, cargamos de la carpeta *georref* las capas *h25.shp* y *94(IV).jpg*. Le hacemos un *zoom to layer* a la capa *h25.shp*, para que nos la centre en la vista. Como podemos comprobar, esta capa contiene la subdivisión de Galicia en cuadrículas que representan las dimensiones de cada una de las hojas del Mapa Topográfico Nacional a escala 1:25.000 (figura 6.2).

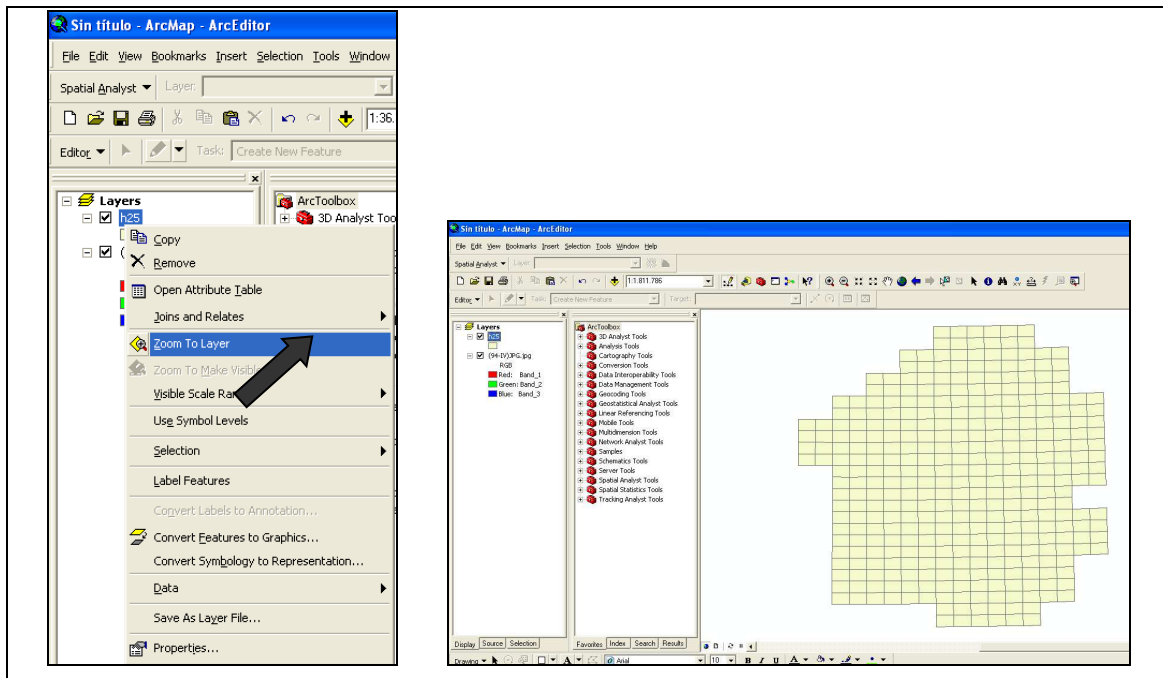


Figura 6.2.

Como vamos a trabajar con la hoja 94-4, la seleccionamos desde la opción *selection / select by attributes*, y posteriormente la convertimos en nuevo *shapefile* (menú contextual –clic con el botón derecho sobre el tema- *data / export data*), con el nombre 94-4 (figura 6.3)

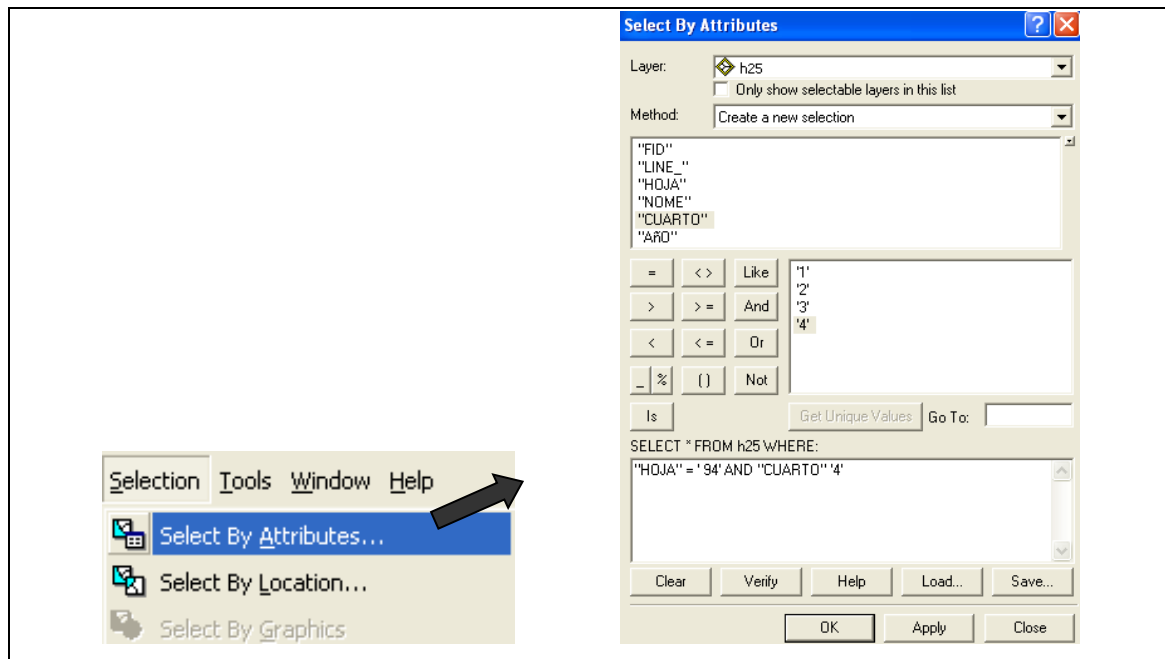


Figura 6.3.

A continuación, habilitamos la barra de herramientas de georreferenciación: *Customize/Toolbars/Georeferencing* (figura 6.4).

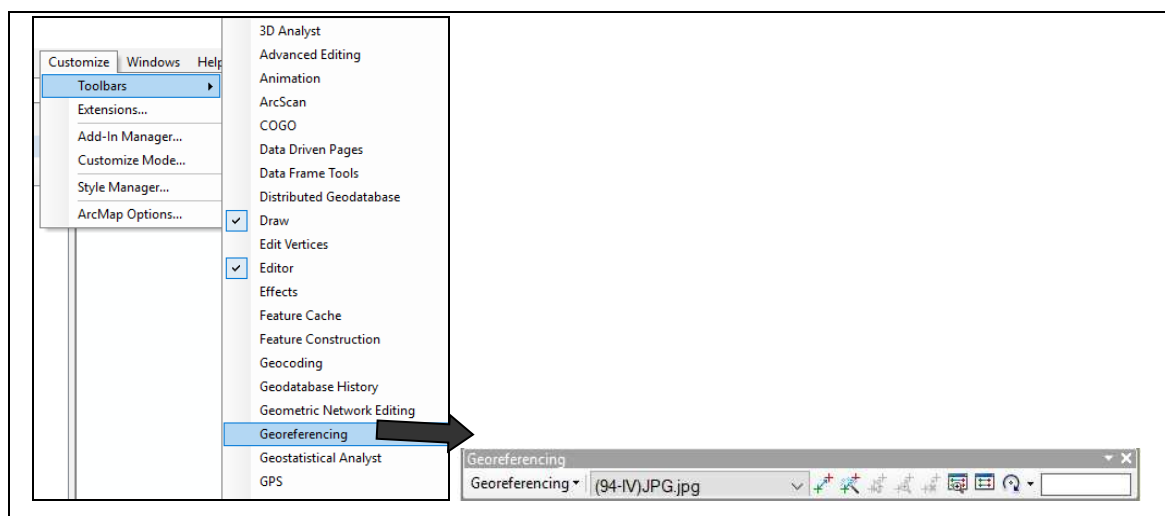


Figura 6.4. Barra de herramientas de georreferenciación

De manera que aparecerá una nueva barra de herramientas visible, tal y como vemos en la figura 6.4. A continuación hacemos un *zoom to layer* a la capa 94-4 que acabamos de crear para que aparezca centrada en la pantalla, y la ponemos de un color transparente de relleno (color *Hollow*) y le damos un grosor de 2 puntos a la línea exterior, junto con un color verde para que se visualice bien (figura 6.5).

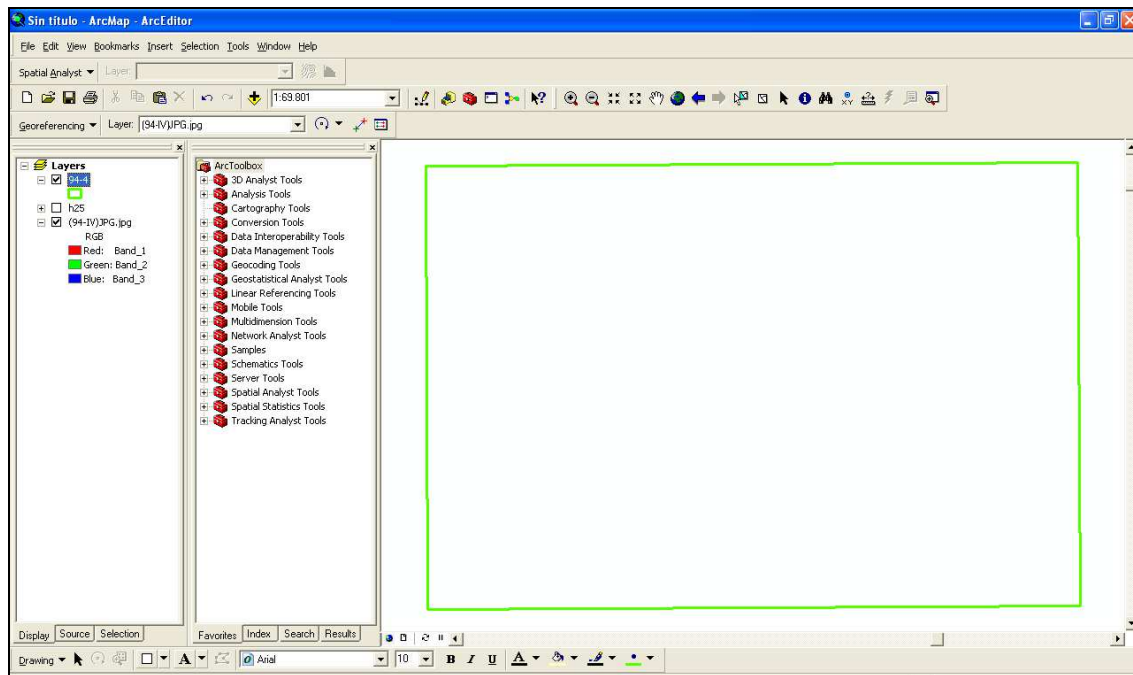


Figura 6.5

El siguiente paso es comprobar que en la barra flotante del menú de georreferenciar el *layer* indicado (sobre el que realizaremos la georreferenciación) sea el 94(IV).jpg.jpg (figura 6.6)



Figura 6.6

A continuación, clicamos sobre *Georreferencing* en ese menú y elegimos la opción *Fit to display*, lo que permitirá que ambos documentos se superpongan a pesar de estar en sistemas de coordenadas diferentes (figura 6.7).

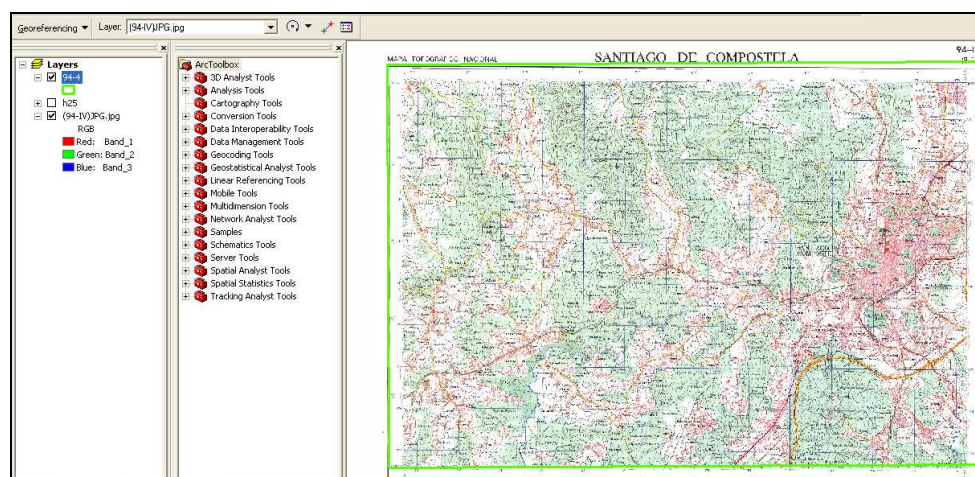


Figura 6.7

Como podemos ver en este caso existe un buen ajuste, pero si fuese necesario rotar o desplazar la imagen *jpg* para adecuarla a la capa vectorial, podríamos usar los iconos:

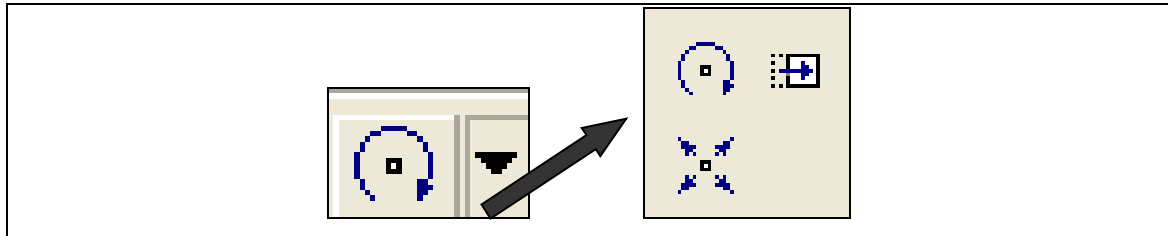


Figura 6.8

Para realizar la georreferenciación deberemos emplear el icono de puntos de control (figura 6.9), y vamos ajustando ambas capas (la vectorial y la RASTER).

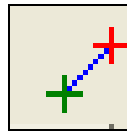


Figura 6.9

En primer lugar, se hace clic en el RASTER en el punto que se tiene localizado también en el vectorial (en este caso vamos a utilizar los cuatro vértices del vectorial como referencia), en el cual se hace clic a continuación, una vez ajustado el primer punto seguimos la misma pauta para los tres puntos restantes, teniendo en cuenta que debemos hacer la georreferenciación en el sentido de las agujas del reloj. Conviene hacer estas operaciones con un *zoom* que nos permita apreciar bien los lugares donde estamos poniendo los puntos de control, para ajustarlos lo máximo posible

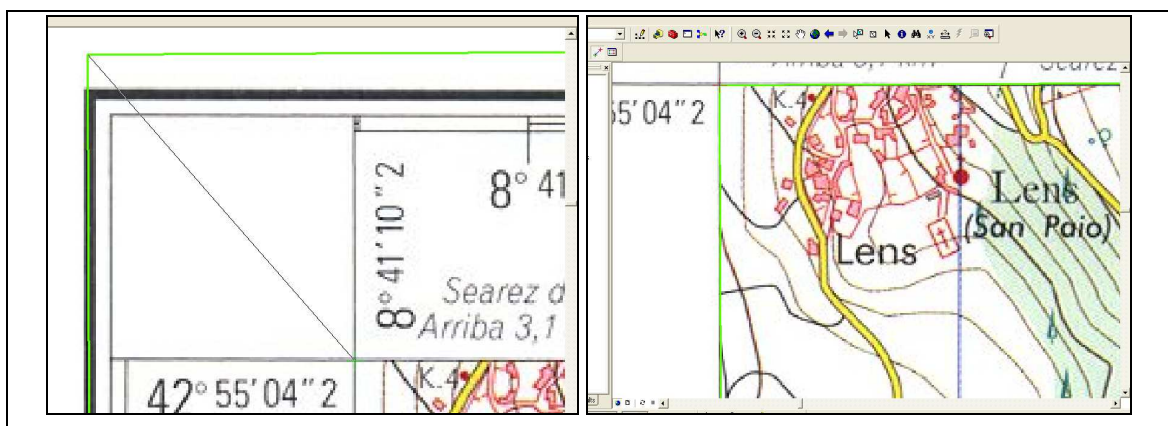


Figura 6.10

Al finalizar de poner los cuatro puntos de control: *Georeferencing / Update Display*: se moverá para coincidir en ambos casos:

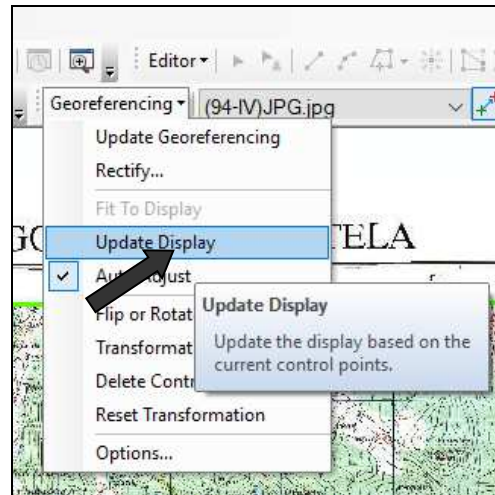


Figura 6.11. *Update display*

Para verificar si hemos puesto los cuatro puntos de control sin error, las nuevas coordenadas en la imagen y el error medio cuadrático o RMS (Residual), que se calcula a partir del tercer punto deberemos abrir la tabla link, que se realiza con el siguiente icono:

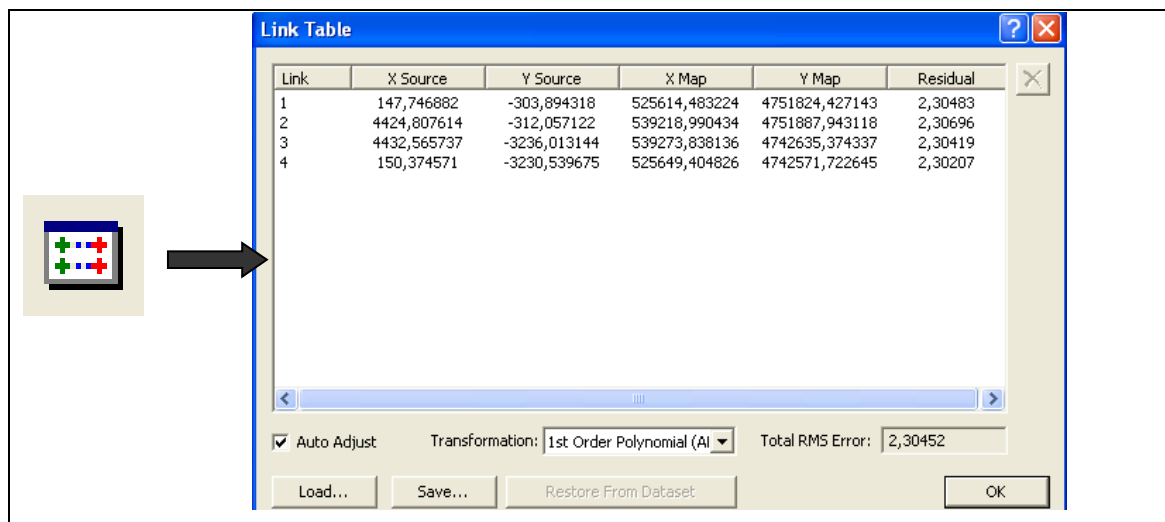


Figura 6.12. Tabla de Link (puntos de control)

El error que muestra esta tabla es de dos centímetros, aceptable en este caso, así que podemos proceder a guardar la georreferenciación: *Georeferencing / Update georeferencing*, que genera tres nuevos archivos en la misma carpeta donde está la imagen raster original (*94 (iV)jpg.jpg*), con el mismo nombre pero con las extensiones

.aux (con información estadística), .rrd y .jgw (estos dos con los datos para su georreferenciación).

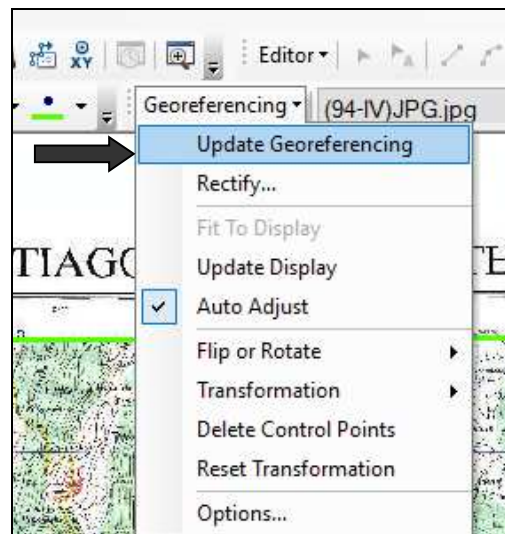


Figura 6.13. *Update Georeferencing*

Ejercicio 7

Georreferenciar la fotografía aérea de Santiago de 1988 (dentro de la carpeta *georref* en *c:/fundamentos_SIG*) utilizando como capa de referencia (con las coordenadas) la división en unidades del casco histórico (*carpeta 6* dentro de *c:/fundamentos_SIG*).

Ejercicio 8

Repetir el ejercicio anterior, ahora con la fotografía aérea de 1966, ubicada en el mismo directorio.

Ejercicio 9

Georreferenciar la hoja del topográfico 1:25.000 95 (III)-San Marcos, que se haya en la *carpeta exerc_3_a* dentro de la carpeta *c:/fundamentos_SIG*. En esa misma carpeta también se encuentra la división de Galicia en cuadrículas que se corresponden con la superficie de todas las hojas del Mapa topográfico 1:25.000 que abarcan la totalidad del territorio gallego.

7. Análisis espacial vectorial: búsquedas/selecciones espaciales y geoprocessing

A) Búsquedas/selecciones espaciales

Al establecer relaciones espaciales entre los objetos de un mapa, uno de los criterios a utilizar es la distancia entre estos. En este sentido se pueden definir dos tipos de búsquedas, o bien atendiendo a su proximidad o cercanía o bien a su contigüidad.

En este caso vamos a utilizar la herramienta *Select by Location* (selección por localización) para localizar un elemento espacial en función de otro, que está a una distancia determinada.

En este tipo de búsquedas siempre habrá un tema diana (*target*), que será del que se obtiene la información, y un tema selector, del que se selecciona el elemento empleado para hacer el análisis.

Los criterios de búsqueda son variados, entre ellos, los más comunes son los siguientes:

- Are completely within*: Busca y selecciona todos aquellos objetos que se encuentran totalmente en el interior de los polígonos de la capa de referencia; pero no señala aquellos cuyos límites tocan alguno de los bordes de éstos.

- Are contained by*: Cuando queramos que todos los objetos contenidos en los de referencia, incluso aquéllos con límites contiguos a éstos, sean seleccionados debemos elegir esta relación espacial.

- Completely contain*: Identifica los polígonos de una capa que contienen totalmente a los puntos, las líneas o los polígonos de otra u otras capas.

- Contain*: selecciona los polígonos que contienen los objetos de otra u otras capas. Difiere del método anterior en el hecho de que los límites de los objetos pueden coincidir.

- Have their center in*: tienen su centro en. Selecciona elementos del tema diana que contienen los centros de elementos del tema selector.

- Intersect*: Intersecta. Encuentra todos los objetos total o parcialmente solapados, o intersecados, por aquéllos de la capa de referencia; o sea, cuando un objeto de la primera capa corta en algún punto al objeto de la segunda capa, este último es automáticamente seleccionado.

- Are crossed by the outline of*: selecciona los objetos solapados o intersecados solamente por los límites de los objetos de la capa de referencia. Por ejemplo, si estamos seleccionando una capa de polígonos, cualquier objeto que corte o solape a éstos en su interior, pero que no cruce en ningún momento sus fronteras no será marcado.

Antes de empezar a hacer selecciones por localización, lo primero que debemos hacer sobre el proyecto que estemos trabajando es indicarle a *ArcMap* las unidades de medida, porque en varias ocasiones preguntaremos por distancias. Lo hacemos en las propiedades del *data frame*: *Layers/properties/Units/Map: meters/Display: Kilometers*.

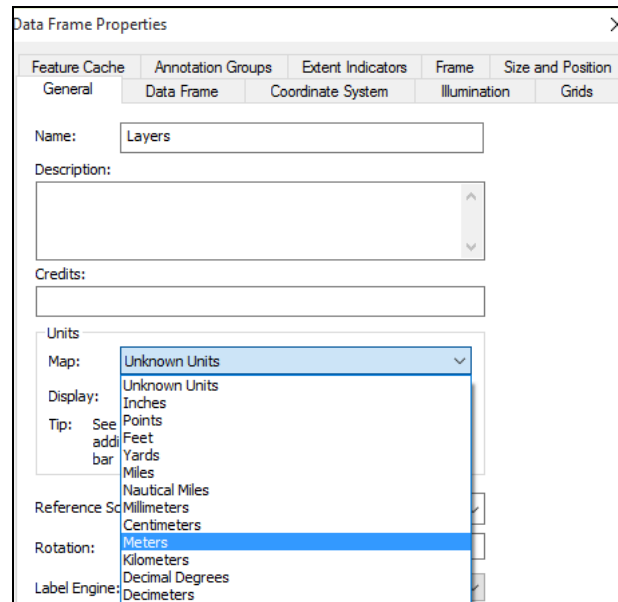


Figura 7.1. Estableciendo las unidades de medida en las propiedades del data frame.

Los principales tipos de selecciones por localización son los siguientes:

1.-Selección línea sobre polígono

Vamos a seleccionar los municipios que son atravesados por la Carretera Nacional 525 en su recorrido desde Santiago de Compostela hasta A Gudiña. Utilizando la herramienta de selección por localización el resultado será la selección automática de los municipios por los que circula esta carretera.

Cargamos los temas ubicados en la carpeta 3 de nuestro directorio de trabajo (c:/fundamentos_SIG/3) denominados *N_525.shp* y *muni_gal.shp* (figura 7.2).

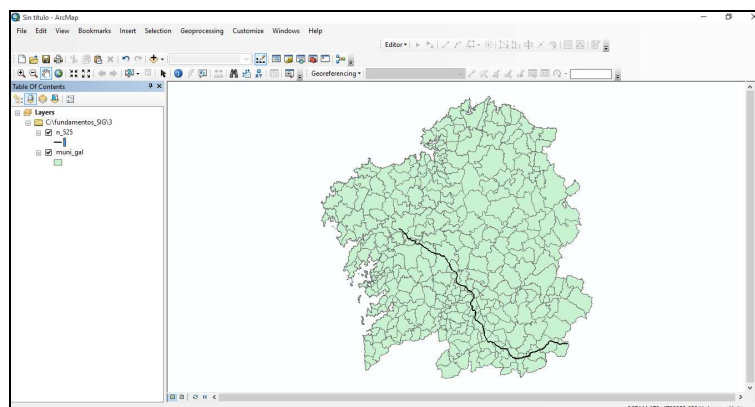


Figura 7.2.

Utilizamos en el menú *Selection* la opción *Selection by Location* (selección por localización).

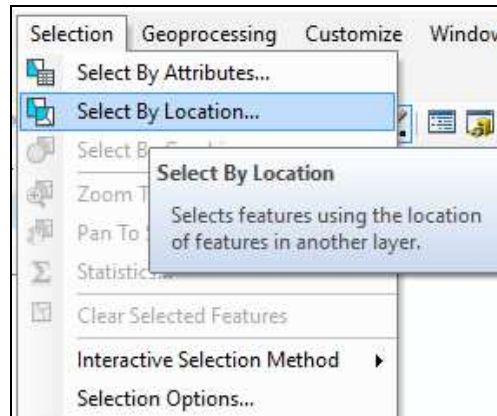


Figura 7.3. Herramienta *Selection by Location*.

El tema *Target* (diana), del que se obtendrá la información debemos marcarlo. En este caso es el tema *muni_gal.shp*, porque lo que nos interesa conocer son los municipios que son intersecados por la carretera. En el mismo sentido, el tema selector es *n_525.shp*. Debemos marcarlo también en el *source layer* (capa fuente).

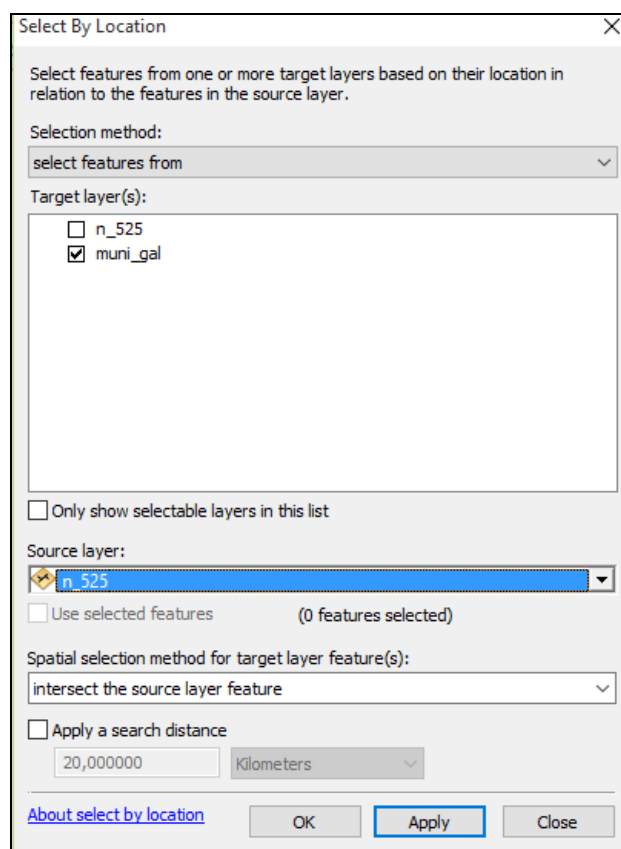


Figura 7.4. *Selection by Location*: intersect.

El método de selección espacial, en buena lógica, es el “intersect the source layer feature”. El resultado final tanto en la vista de mapa como en la tabla es el siguiente:

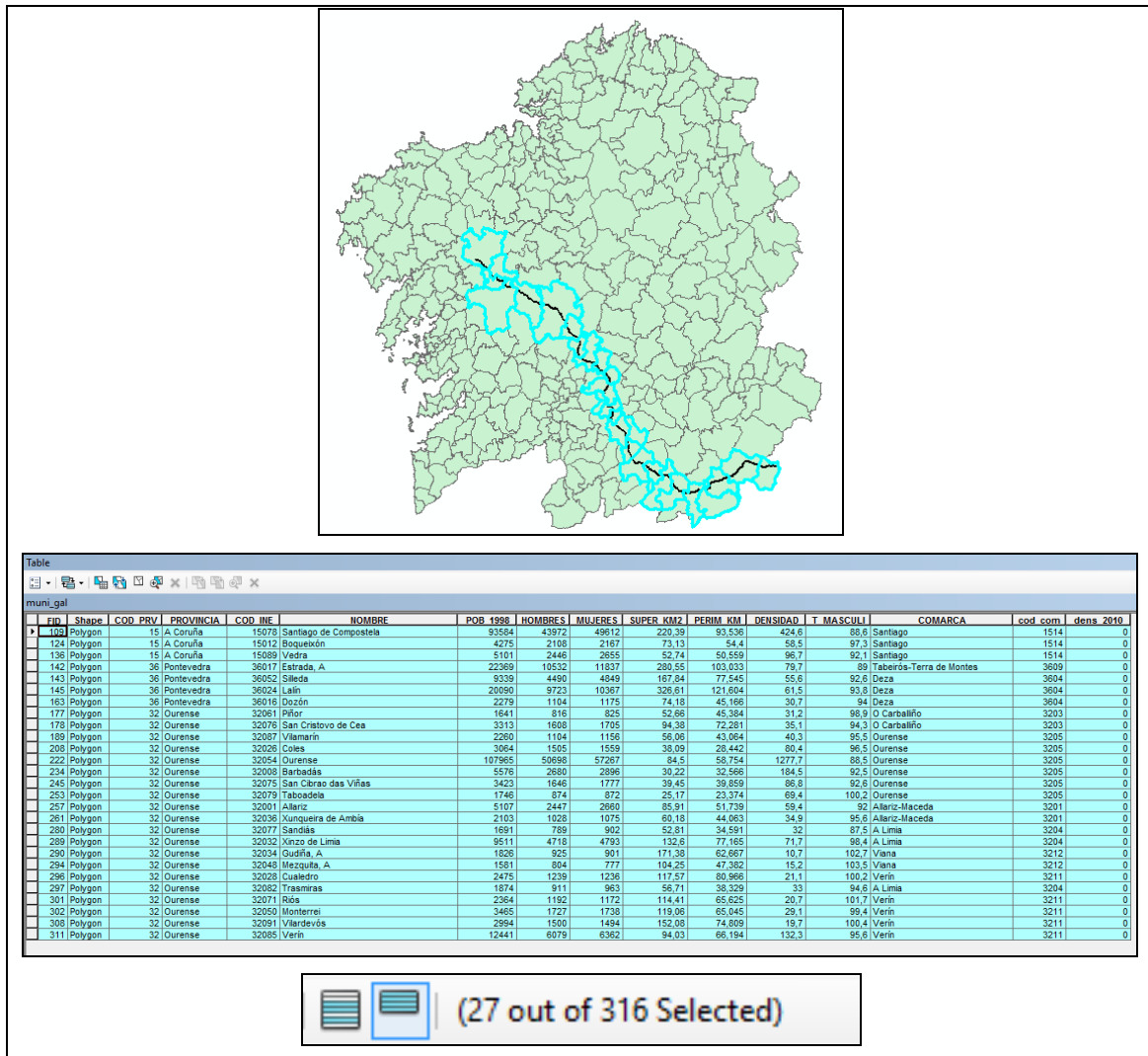


Figura 7.5. Resultado del uso de *Selection by Location* de una capa lineal sobre otra poligonal.

2.-Selección dentro de una distancia

a) puntos con respecto a puntos

En este caso, lo que vamos a hacer es seleccionar desde una capa puntual elementos de otra capa puntual, que se encuentran a una distancia determinada.

El ejemplo que vamos a desarrollar es el de los bares que se encuentran a una distancia concreta de los almacenes de bebidas en el parcelario de Burguillos (Sevilla). Las capas que vamos a emplear se encuentran en la *carpeta 3* y se denominan: *almacenes.shp*, *bares.shp* y *parcelario_burguillos.shp* (figura 7.6).

Lo que primero haremos será seleccionar sólo un almacén de bebidas, el que se encuentra más al sur del parcelario, para después localizar los bares que se encuentran a menos de 200 metros del mismo. Así, en la tabla de contenidos debe

marcarse como únicamente seleccionable el tema almacenes, además quitamos la visibilidad de los bares para localizar bien los almacenes, y le cambiamos el tipo de símbolo a la capa puntual de almacenes por una estrella de color rojo. A continuación, seleccionamos el almacén que se encuentra más al sur (figura 7.6).

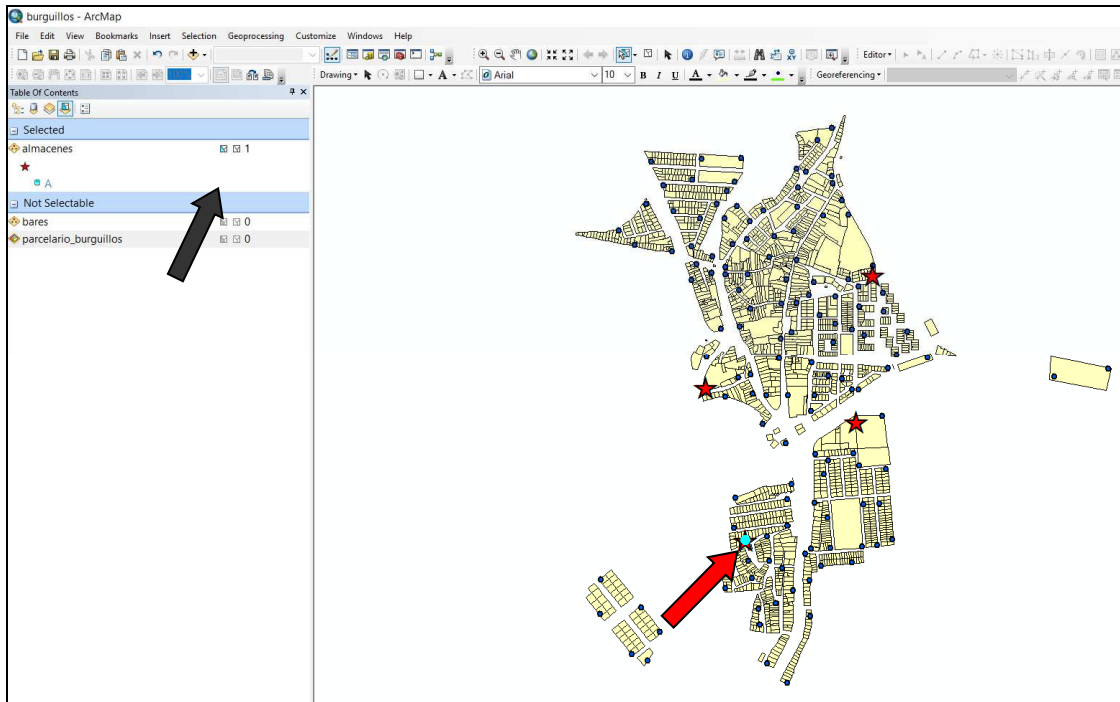


Figura 7.6.

A continuación, volvemos a poner visible y seleccionable la capa “bares” y empleamos para hacer la selección la herramienta *select by location* con la opción *are within a distance of the source layer feature*, indicando que el radio de esa distancia será 200 metros. Además, no debemos de olvidarnos de marcar la casilla “use selected features”, pues al hacerlo le estamos indicando al programa que utilice sólo el almacén que hemos seleccionado previamente para que efectúe el análisis. Si no habilitásemos esta opción el resultado sería una selección de los bares que se encuentren a 200 metros o menos de cada uno de los almacenes de bebidas. Marcada esa casilla, el resultado que obtenemos es una selección de 19 bares de los 134 existentes, tal y como se puede ver en las dos imágenes que componen la figura 7.7.

Otro análisis muy interesante y útil es el de la **unión espacial de dos temas de puntos** como estos con los que acabamos de trabajar. Esto nos permite obtener de una capa respecto de la otra qué punto es el que está más cercano y a qué distancia.

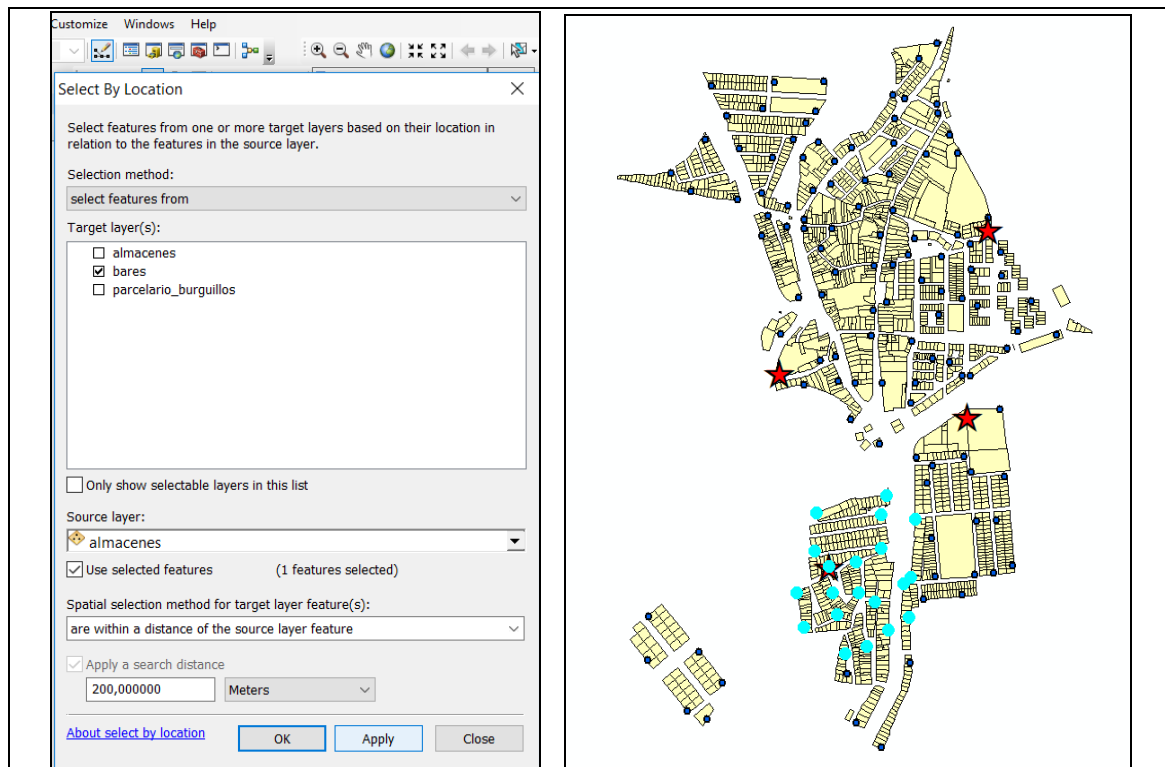


Figura 7.7.

Utilizando las mismas capas del ejemplo que acabamos de ver, si hacemos una unión de este tipo lo que conseguiremos será una nueva capa en la que aparecerán los “bares”, pero en dos nuevos campos de la base de datos tendremos cuál será el almacén más cercano de cada bar y a qué distancia se encuentra exactamente.

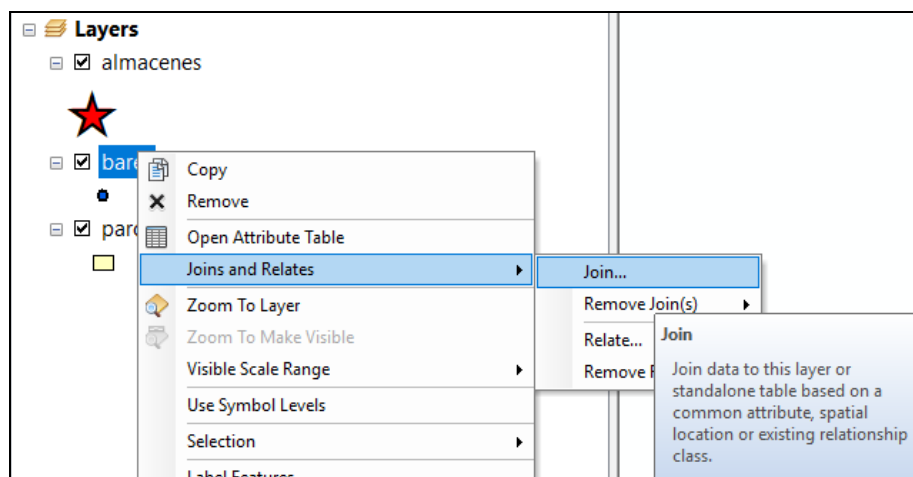


Figura 7.8.

Para hacer este tipo de análisis, partiendo del tema bares, tenemos que hacer una unión de tablas: *botón derecho del ratón sobre el tema bares/Joins & Relates/Join...* (figura 7.8). En este caso no tenemos que unir los atributos desde una tabla,

como ya hemos visto para unir nueva información a una tabla, sino utilizar la opción en el desplegable que aparece tras la pregunta *what do you want to join this layer?* Denominada *Join data from another layer based on spatial location* (figura 7.9). Además, debemos marcar la opción que indica que se generará un campo de distancia y otro con el punto más próximo (figura 7.9). Esta unión, que generará un nuevo tema, la denominamos en este ejemplo *unión_bares.shp* y la guardamos en nuestro directorio de trabajo habitual *c:/fundamentos_SIG* (figura 7.9).

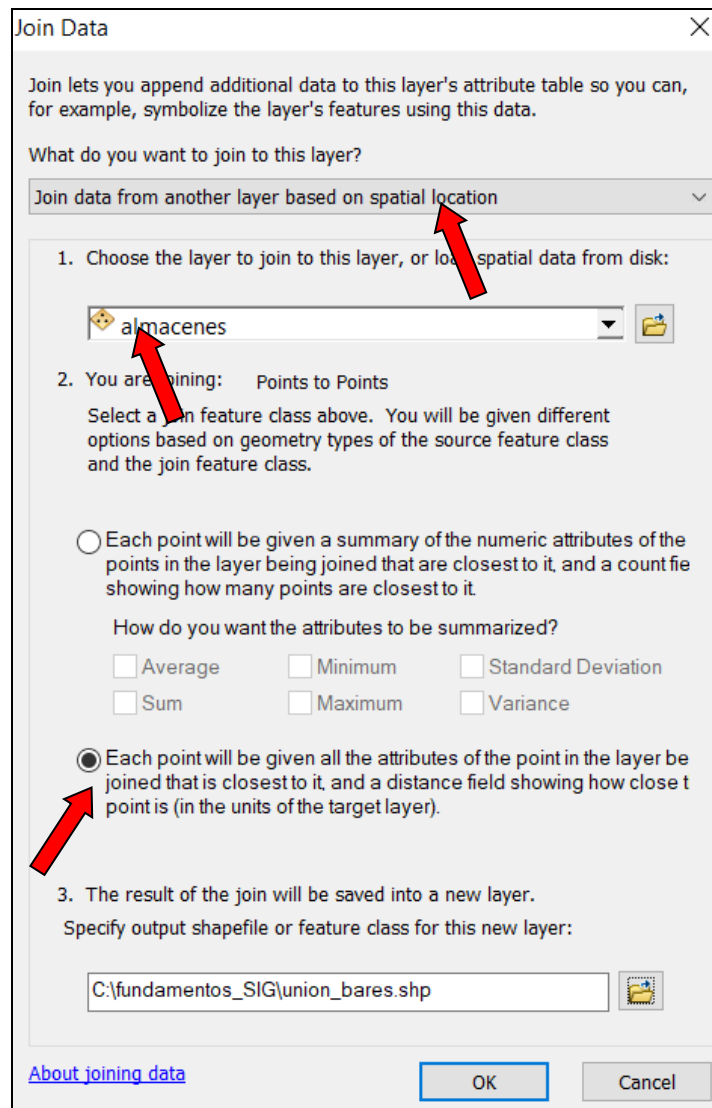
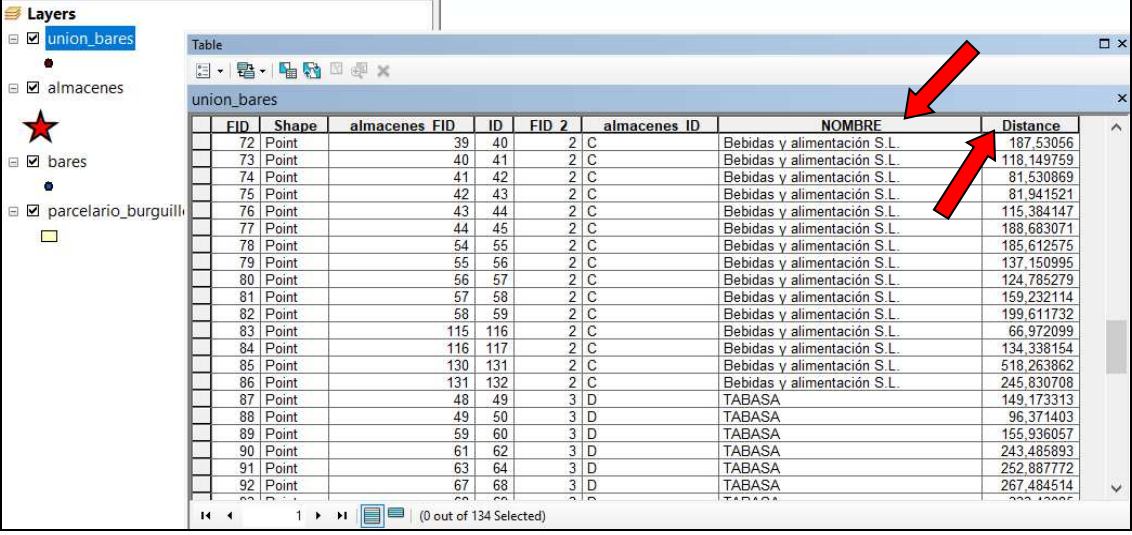


Figura 7.9.

El resultado final será el tema puntual *bares.shp* que tiene asociados dos nuevos campos en la base de datos, uno con el nombre del almacén más próximo y otro con la distancia al mismo desde cada uno de los bares (figura 7.10)



FID	Shape	almacenen FID	ID	FID 2	almacenen ID	NOMBRE	Distance
72	Point	39	40	2	C	Bebidas y alimentación S.L.	187.53056
73	Point	40	41	2	C	Bebidas y alimentación S.L.	118.149759
74	Point	41	42	2	C	Bebidas y alimentación S.L.	81.530869
75	Point	42	43	2	C	Bebidas y alimentación S.L.	81.941521
76	Point	43	44	2	C	Bebidas y alimentación S.L.	115.384147
77	Point	44	45	2	C	Bebidas y alimentación S.L.	188.683071
78	Point	54	55	2	C	Bebidas y alimentación S.L.	185.612575
79	Point	55	56	2	C	Bebidas y alimentación S.L.	137.150995
80	Point	56	57	2	C	Bebidas y alimentación S.L.	124.785279
81	Point	57	58	2	C	Bebidas y alimentación S.L.	159.232114
82	Point	58	59	2	C	Bebidas y alimentación S.L.	199.611732
83	Point	115	116	2	C	Bebidas y alimentación S.L.	66.972099
84	Point	116	117	2	C	Bebidas y alimentación S.L.	134.338154
85	Point	130	131	2	C	Bebidas y alimentación S.L.	518.263862
86	Point	131	132	2	C	Bebidas y alimentación S.L.	245.830708
87	Point	48	49	3	D	TABASA	149.173313
88	Point	49	50	3	D	TABASA	96.371403
89	Point	59	60	3	D	TABASA	155.936057
90	Point	61	62	3	D	TABASA	243.485893
91	Point	63	64	3	D	TABASA	252.887772
92	Point	67	68	3	D	TABASA	267.484514

Figura 7.10.

b) puntos con respecto a líneas

A continuación, lo que haremos será seleccionar los núcleos de población que están en relación a un tramo de una carretera, próximos a ella, porque imaginemos que la administración responsable de esa carretera quiere establecer una actuación para evitar el impacto sonoro de la misma sobre los núcleos próximos.

En este caso utilizaremos los temas de la *carpeta 3: n-525.shp* (la carretera en cuestión) y *nucleos.shp* (núcleos de población próximos a esa carretera) (figura 7.11).

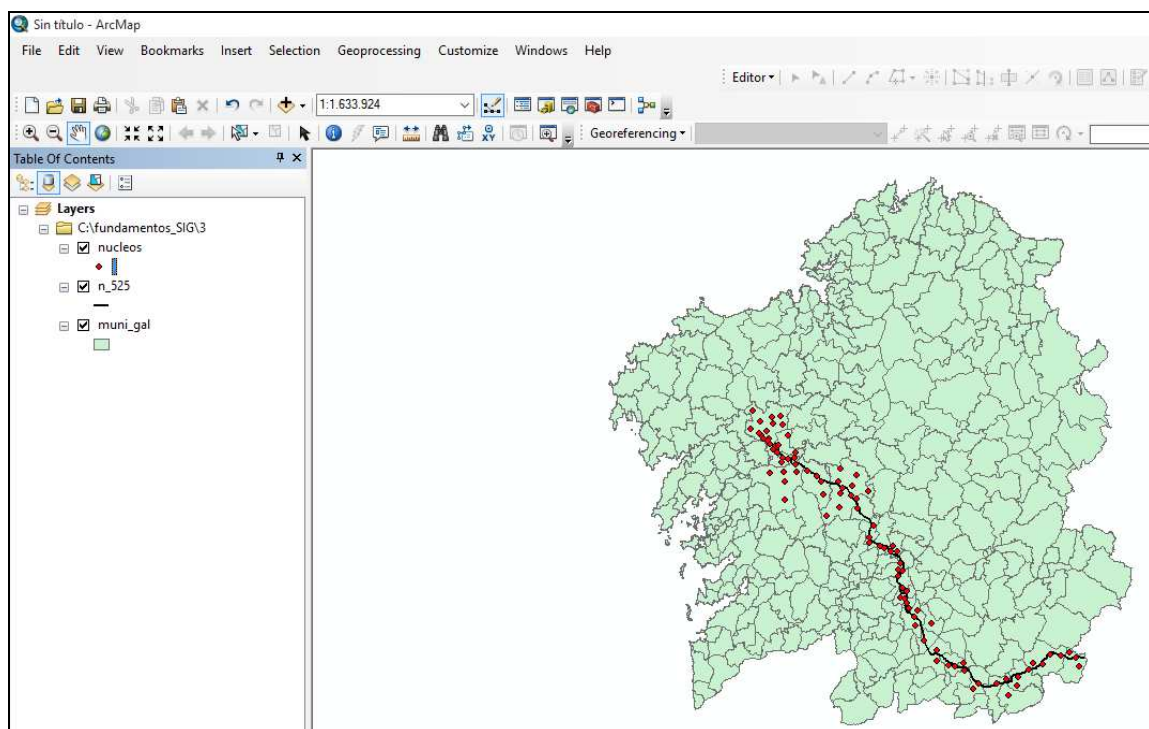


Figura 7.11.

El tema diana será el tema puntual (sus elementos, los núcleos, serán seleccionados), mientras que el selector será la carretera. La relación espacial será “a una distancia de (*Are within distance of*). Debemos indicar una distancia respecto a la carretera, en este caso la administración competente quiere proteger contra la contaminación acústica a los núcleos que estén a 200 metros o menos de la carretera (figura 7.12). El resultado nos muestra, tanto en el mapa como en la base de datos, que quedan seleccionados 19 núcleos (figura 7.13).

Figura 7.12. *Selection by Location*: Area a within distance of the source layer feature.

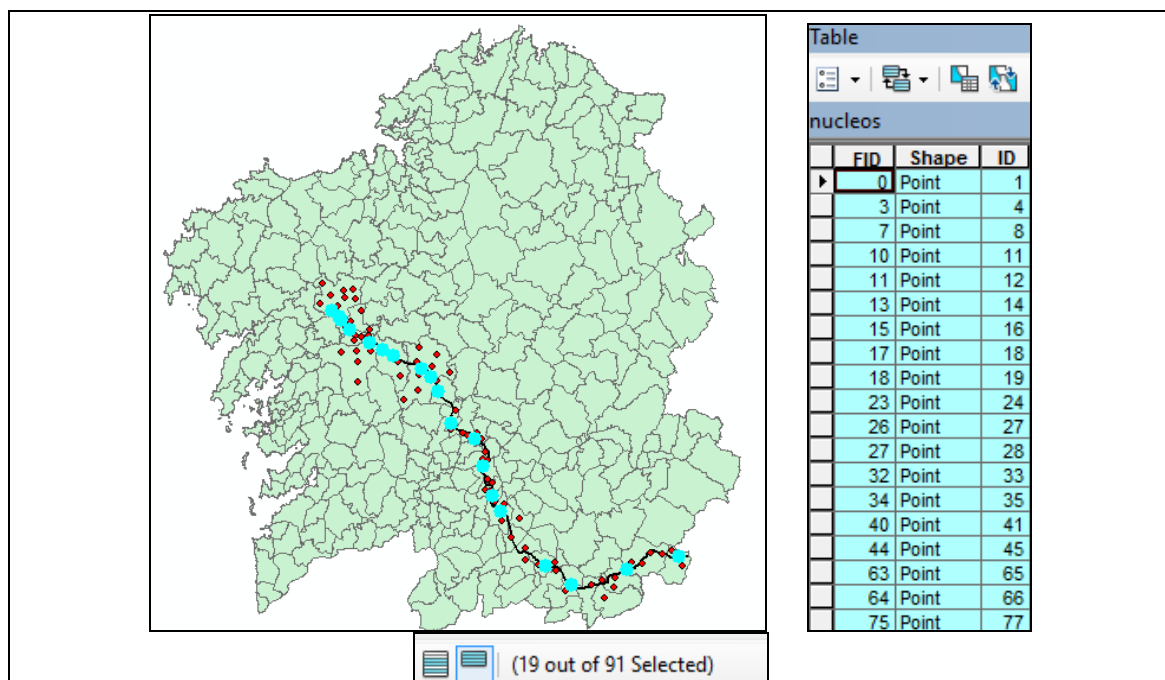


Figura 7.13. Resultado del uso de *Selection by Location* de una capa puntual sobre otra lineal.

3.-Selección punto en polígono

Una vez abordado el análisis anterior supongamos que es la Diputación de Ourense quien decide llevar adelante las medidas para evitar el impacto acústico de la carretera y necesitamos saber cuáles son los núcleos anteriores pertenecientes a la provincia ourensana.

Si representamos con una leyenda de valor único el campo provincia (en la capa *muni_gal.shp*) podemos comprobar que esos núcleos seleccionados en el punto anterior pertenecen a tres provincias (figura 7.14), pero quedemos quedarnos sólo con los que forman parte de la provincia de Ourense.

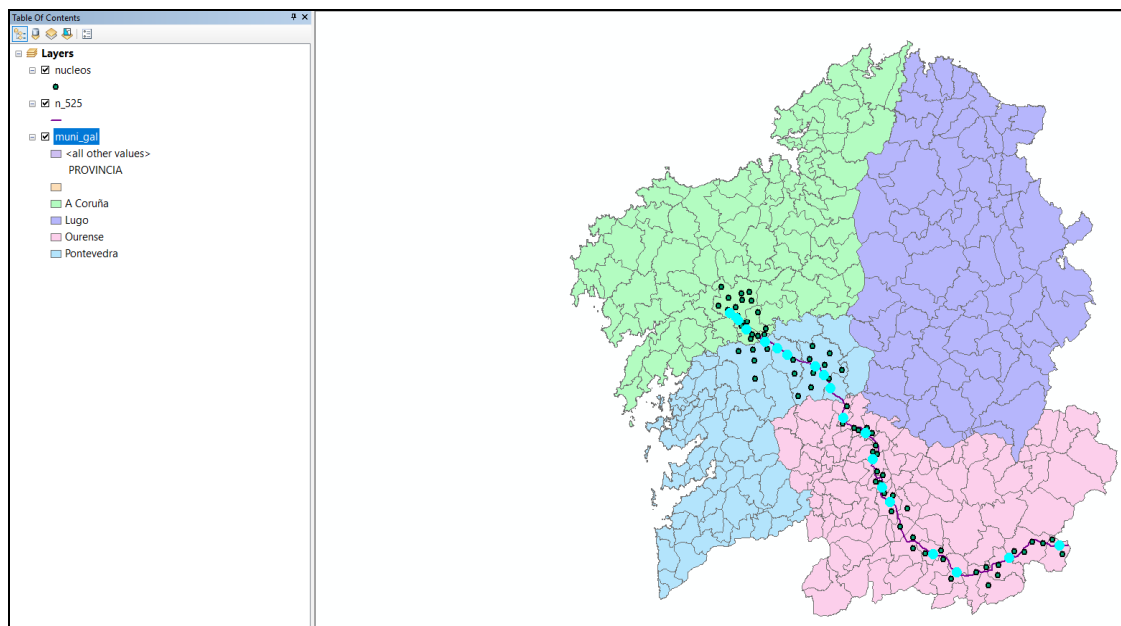


Figura 7.14.

Para lograrlo vamos a hacer una selección a partir del conjunto ya seleccionado con anterioridad (los 19 municipios que están a 200 m. o menos de la carretera). Por lo tanto, la relación será entre los núcleos y los municipios de la provincia de Ourense.

Por eso, antes de hacer la selección de los núcleos, vamos a seleccionar los municipios de la provincia de Ourense dentro del tema *muni_gal.shp*, para que después, cuando utilicemos esta capa para la selección por localización, ArcMap emplee solo como selectores los municipios seleccionados (los de Ourense). Para ello emplearemos el constructor de consultas (Query builder) como ya hemos aprendido en temas anteriores, a partir del menú Selection/Select by attributes. El resultado lo podemos apreciar en la figura 7.15.

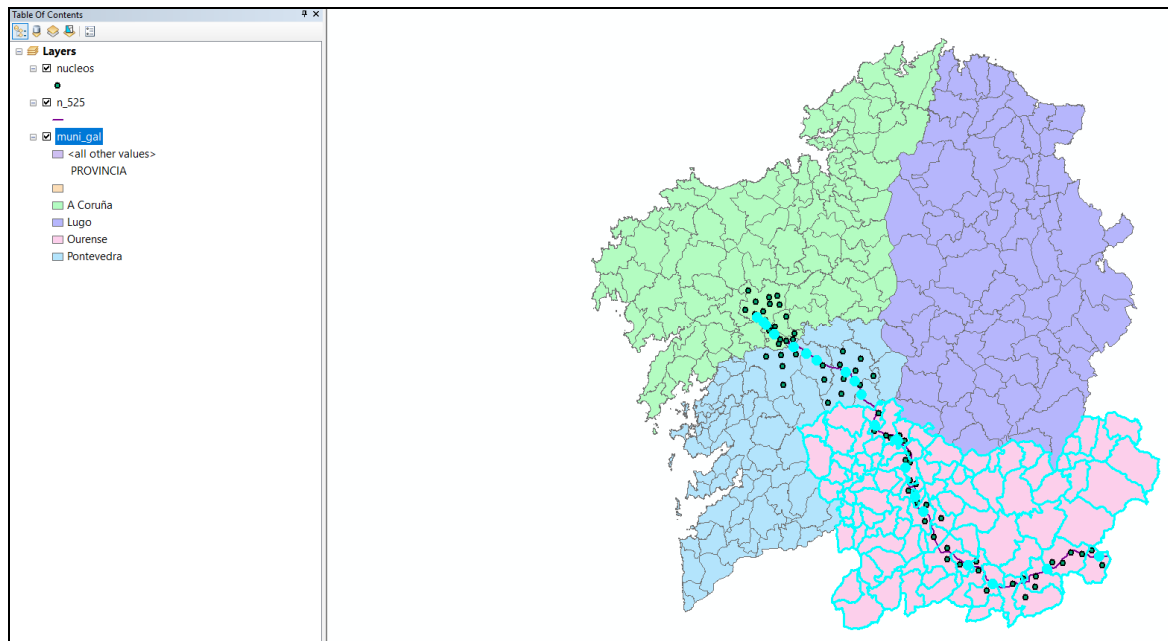


Figura 7.15.

Una vez tenemos seleccionados los municipios de Ourense procedemos a realizar la selección punto en polígono. La herramienta a emplear es *Selection / Selection by location*.

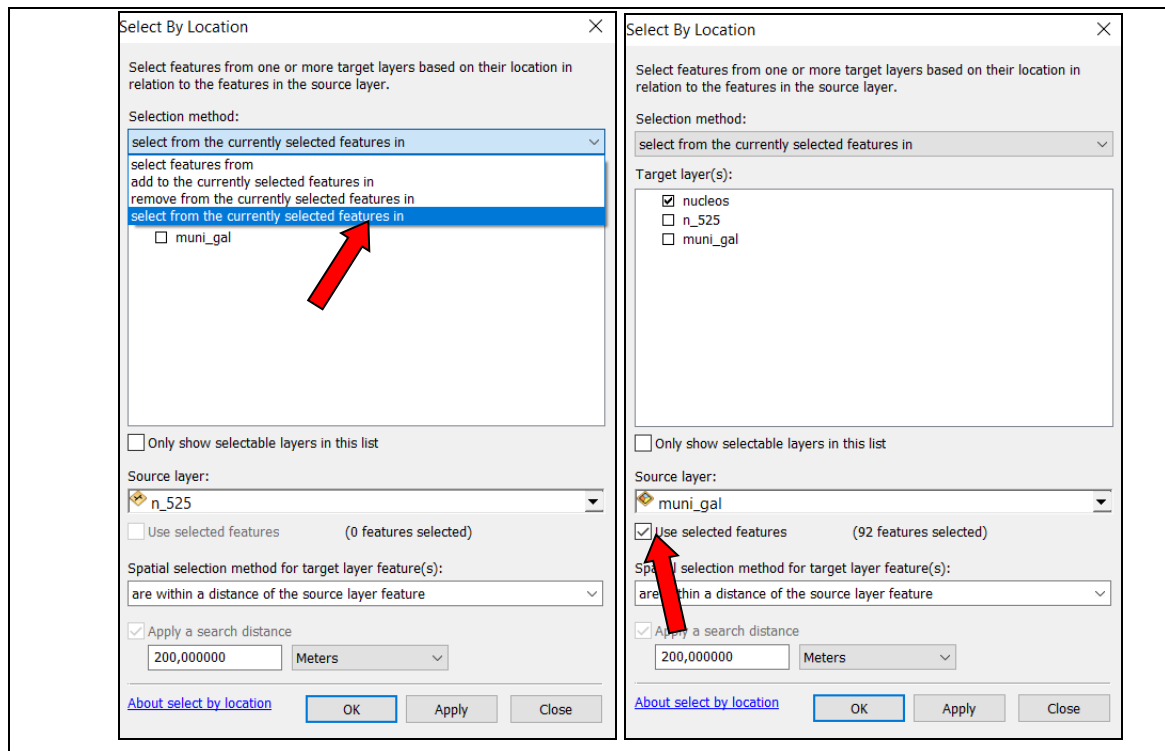


Figura 7.16.

Desplegamos la pestaña denominada *Selection method* (método de selección) y en el desplegable escogemos la opción “*select from the currently selected features in*” (seleccionar desde la selección actual de elementos), como podemos comprobar en la figura 7.16 izquierda. Esto lo hacemos porque la elección la llevamos a cabo a partir de los 19 núcleos ya seleccionados con anterioridad que cumplían el criterio inicial de la distancia mínima de 200 metros. El *source layer* (capa fuente) debemos marcar que use los elementos seleccionados (use *selected features*), para que tenga en cuenta sólo los municipios de Ourense que son los que utilizaremos como selectores (figura 7.16, derecha). El tema target (diana) será *nucleos.shp* y el selector *muni_gal.shp*.

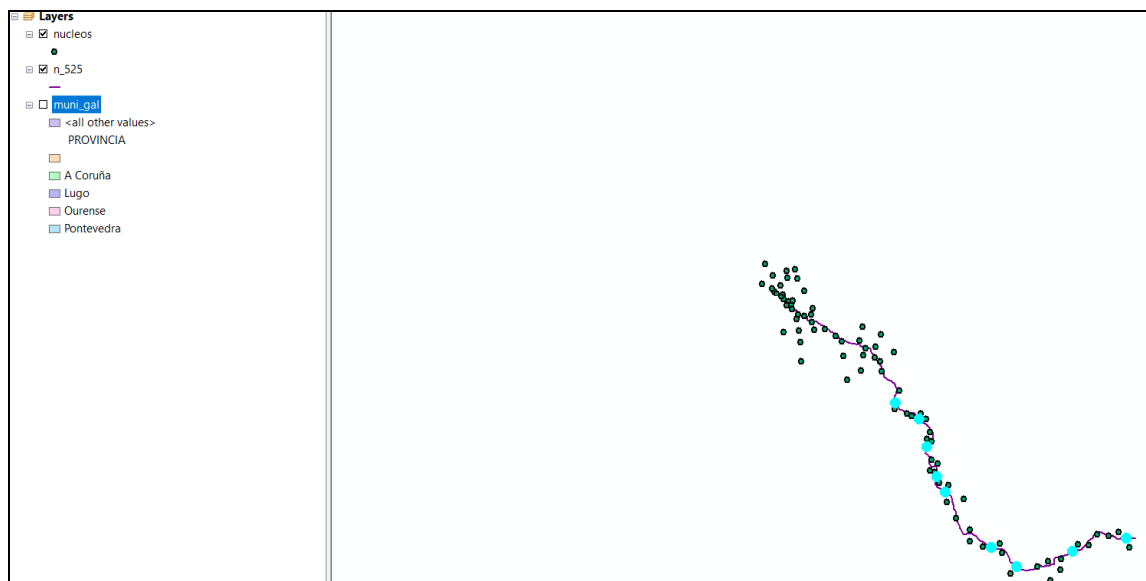


Figura 7.17.

El resultado podemos verlo en la figura 7.17 (se ha deshabilitado la vista de *municipal.shp* para que se puedan visualizar bien los núcleos escogidos como resultado del análisis, en total nueve núcleos de la provincia de Ourense).

4.-Selección polígono sobre polígono

A continuación, vamos a preguntar a *ArcMap* con la herramienta selección por localización para que nos indique que polígonos intersecan con otros. En este caso preguntaremos en qué municipios se encuentra el LIC de la Sierra del Careón. Para realizar este ejercicio emplearemos los temas *s_careon.shp* (que actuará como tema selector) y *muni_gal.shp* (que es el tema diana, target). Ambas capas se encuentran en la carpeta 3 del directorio *c:/fundamentos_SIG*. El tipo de selección espacial será en este caso: “*Intersect the source layer feature*”.

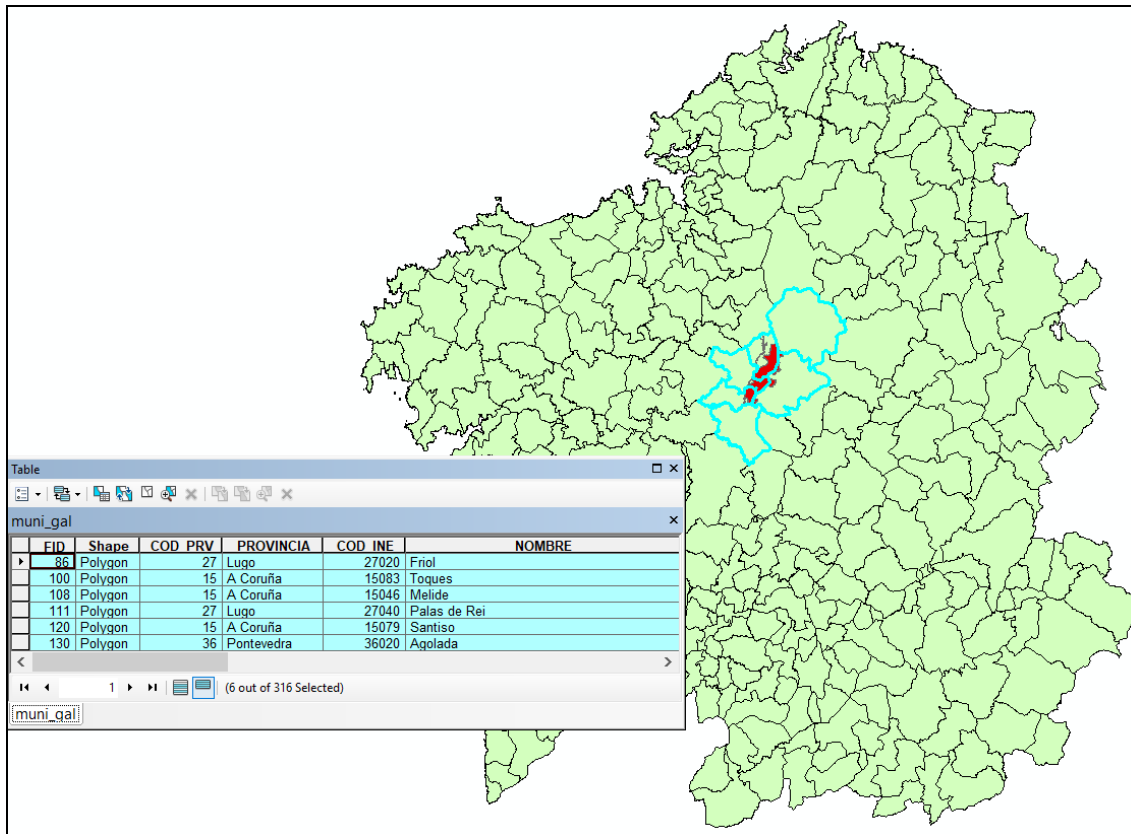


Figura 7.18.

El resultado es el que se puede apreciar en la figura 7.18, con seis municipios seleccionados de tres provincias: Friol y Palas de Rei de Lugo; Toques, Melide y Santiso de A Coruña; y, Agolada de Pontevedra.

5.-Selección de polígonos adyacentes

A partir de la selección que ya tenemos efectuada de esos seis municipios vamos a hacer una selección para que *ArcMap* nos señale cuáles son los polígonos adyacentes a ellos. En este caso actúa como diana (*target*) y selector la misma capa: *muni_gal.shp*. Podemos escoger varias opciones de tipo de selección espacial: que esté a una distancia de los elementos de la capa fuente de 0 metros (*Are within a distance of the source layer feature*), por ejemplo, o que toquen las fronteras de los elementos de la capa fuente (*Touch the boundary of the source layer feature*).

Por otro lado, debemos tener en cuenta que queremos ampliar la selección actual (es decir, no quedaremos con los seis municipios que tenemos ya seleccionados y queremos ampliar a los adyacentes), por eso, en “Selection method” (método de selección) deberemos desplegar la pestaña y escoger la opción “add to the currently selected features in” (añadir a la selección actual). El proceso en ambos

tipos de selecciones indicadas y el resultado (el mismo en ambas) podemos verlo en las figuras 7.19 y 7.20.

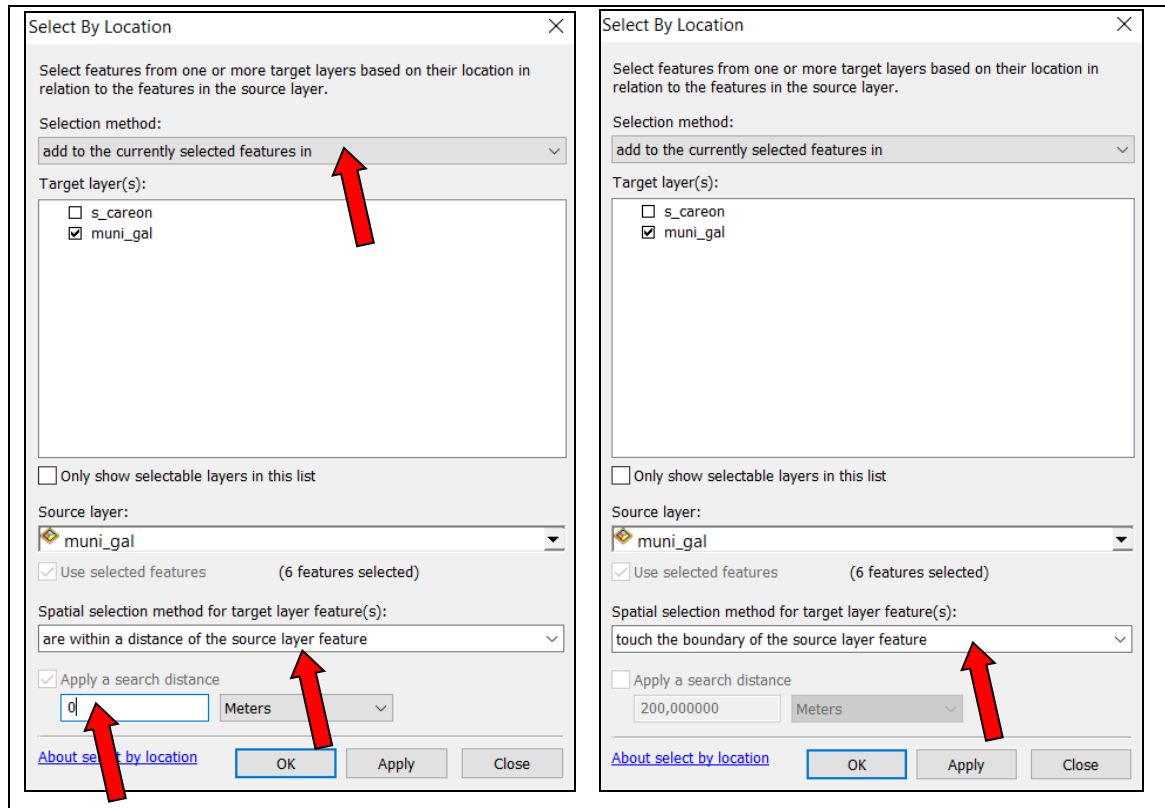


Figura 7.19. Diferentes métodos para obtener una selección de polígonos adyacentes.

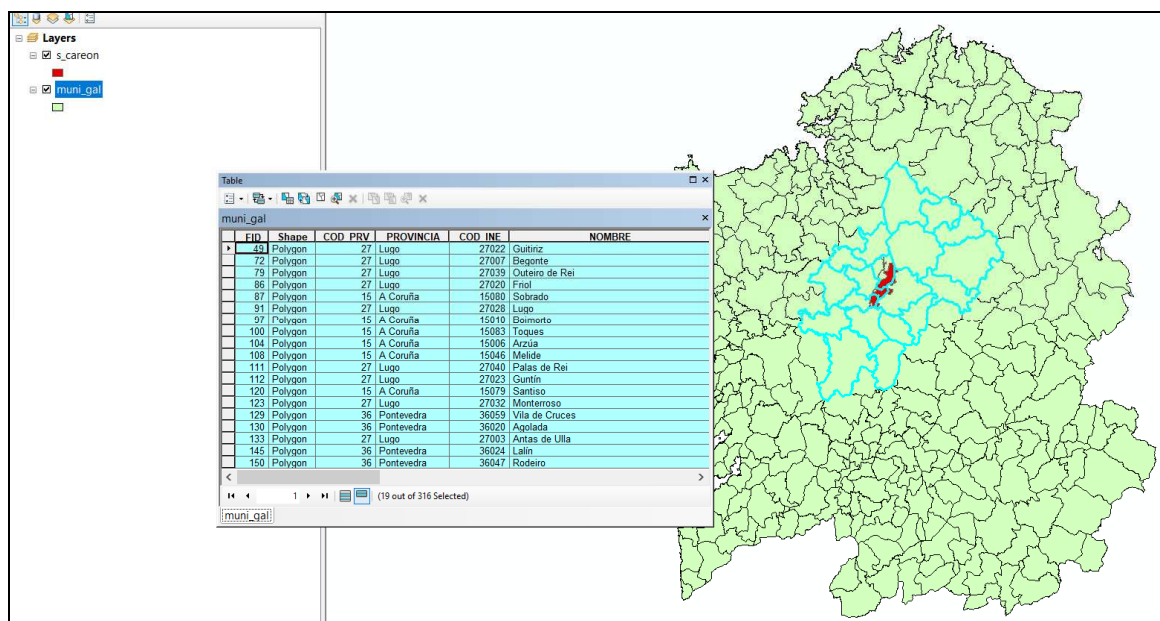


Figura 7.20.

Ejercicio 10

Los archivos digitales necesarios para realizar este ejercicio se encuentran en la carpeta: *c:/fundamentos_SIG/ej_6_location*.

Los aspectos a abordar son los siguientes:

- 1.-De la capa *muni_gal.shp* seleccionar la provincia de Lugo (herramienta *select by attributes*) y transfórmala en un nuevo *shapefile*. Guardarlo con el nombre *Lugo.shp* en la carpeta *ej_6_location*.
- 2.-En la capa *Lugo.shp* seleccionar los municipios por los que discurre la carretera N-VI (capa *N_vi.shp*). Emplear la herramienta *select by location*.
- 3.-Seleccionar los núcleos de población que se encuentren a una distancia de como máximo 300 m. de esa carretera.
- 4.-Dentro de la selección anterior, cuáles y cuántos núcleos pertenecen a la comarca de A Terra Chá.
- 5.-En el mismo proyecto, dentro de un nuevo marco de datos (*data frame*) cargar la capa *A_Marronda.shp*. Se trata de un LIC que es necesario proteger y queremos saber en qué municipios se encuentra. ¿Cuáles son?.
- 6.- Seleccionar los municipios adyacentes a los que se acaban de seleccionar. ¿Cuántos y cuáles son?.

B) Geoprocessing

Con el apartado anterior, seleccionar por localización, hicimos búsquedas y selecciones de elementos espaciales, pero no se generaban nuevas capas de información. Ahora vamos a ver cómo realizar análisis con capas vectoriales que supondrán la generación de nuevos temas espaciales a través del cruce de capas de información vectorial.

Esto se realiza mediante el uso de la herramienta **GEOPROCESSING**:

En el menú Geoprocessing tenemos varias herramientas con funciones diferentes:

1.- **BUFFER** o **ÁREA DE INFLUENCIA**:

La realización de un buffer o área de influencia supone la generación de un polígono a una distancia específica del tema fuente. Cuando se genera esa área de influencia y en el caso de interferencia de varias áreas de influencia, el programa nos permite elegir entre mantener los límites de todas las generadas o de disolver las líneas de límite en las zonas de intersección, tal y como se puede apreciar en el gráfico de la derecha (figura 7.21).

Podemos ver tres ejemplos con los tres elementos espaciales vectoriales: punto, línea y polígono.

Para realizar un buffer con un tema puntual vamos a cargar las siguientes capas de la carpeta 1: *atalaias.shp* y *area_stgo.shp*. El buffer lo realizaremos al tema *atalaias.shp*, que contiene miradores en los diferentes municipios del área de Santiago de Compostela.

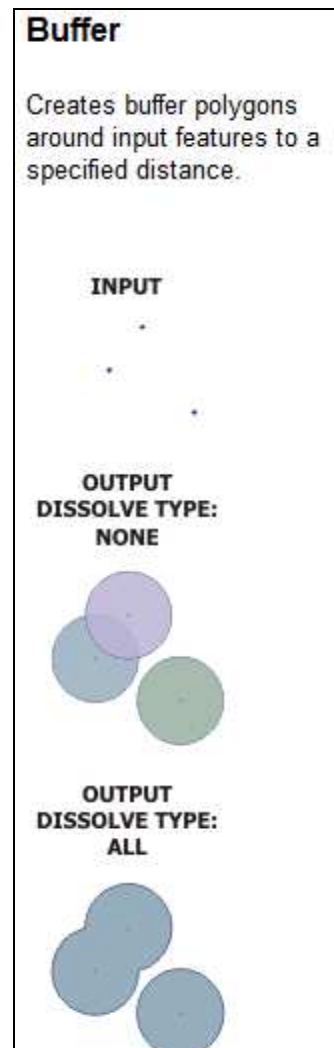


Figura 7.21

Para realizar el buffer procedemos a utilizar la herramienta desde el menú *geoprocessing*: *Geoprocessing/buffer* (figura 7.22).

A continuación, en *Input Features* indicaremos el tema sobre el que queremos hacer el buffer, en este caso *atalaias.shp*. Indicaremos el directorio donde guardaremos el nuevo tema que se generará y su nombre (figura 7.23).

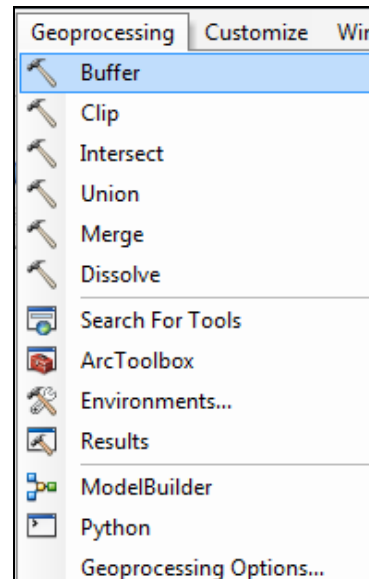


Figura 7.22

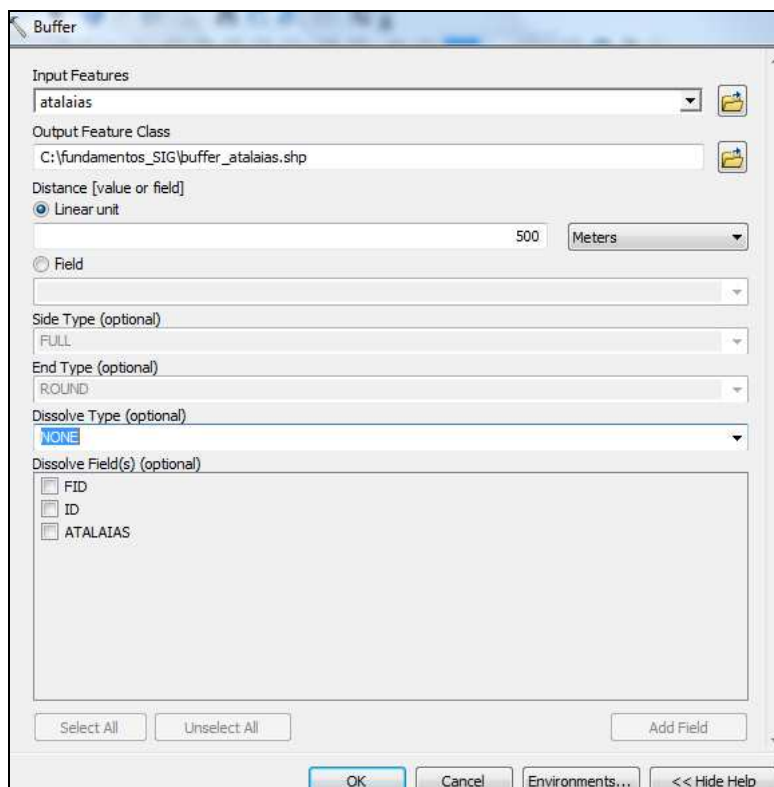


Figura 7.23

Otros aspectos importantes son señalar la distancia a la que queremos hacer el buffer, las unidades de medida que queremos utilizar y el tipo de disolución (*Dissolve type*) es otro aspecto a tener en cuenta, porque si marcamos que se realice, entonces en caso de superposición de buffers quitará el espacio compartido por los mismos

(figura 7.23). El resultado de los parámetros establecidos en el cuadro es el que podemos apreciar en la figura 7.24.

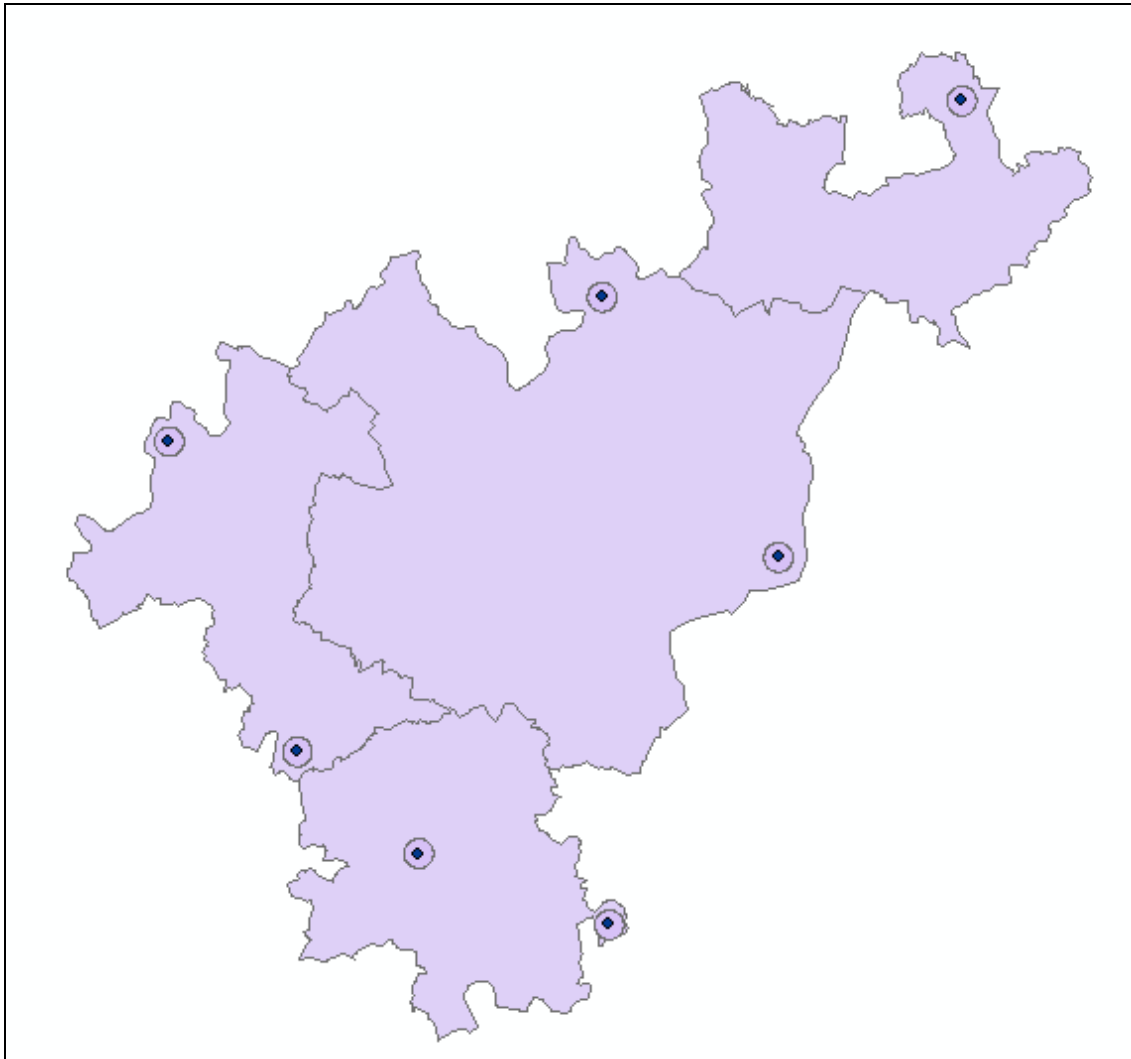


Figura 7.24

También podemos realizar buffers con múltiples anillos (figura 7.28), para ello debemos utilizar *ArcToolbox* (figura 7.25) y dentro de esta caja de herramientas escoger la opción *Proximity*. Una vez dentro de esta sección la herramienta que tenemos que emplear es la denominada *Multiple Ring Buffer* (figura 7.26).

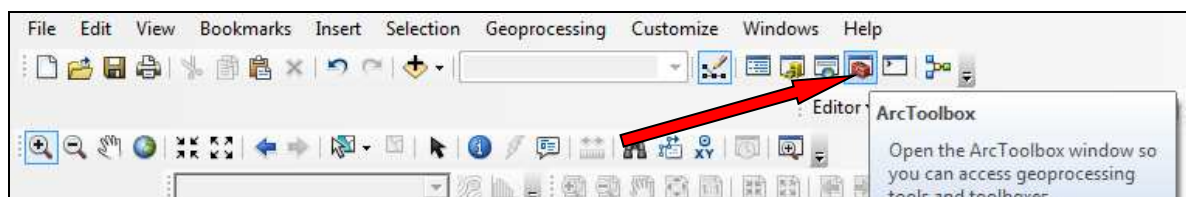


Figura 7.25.

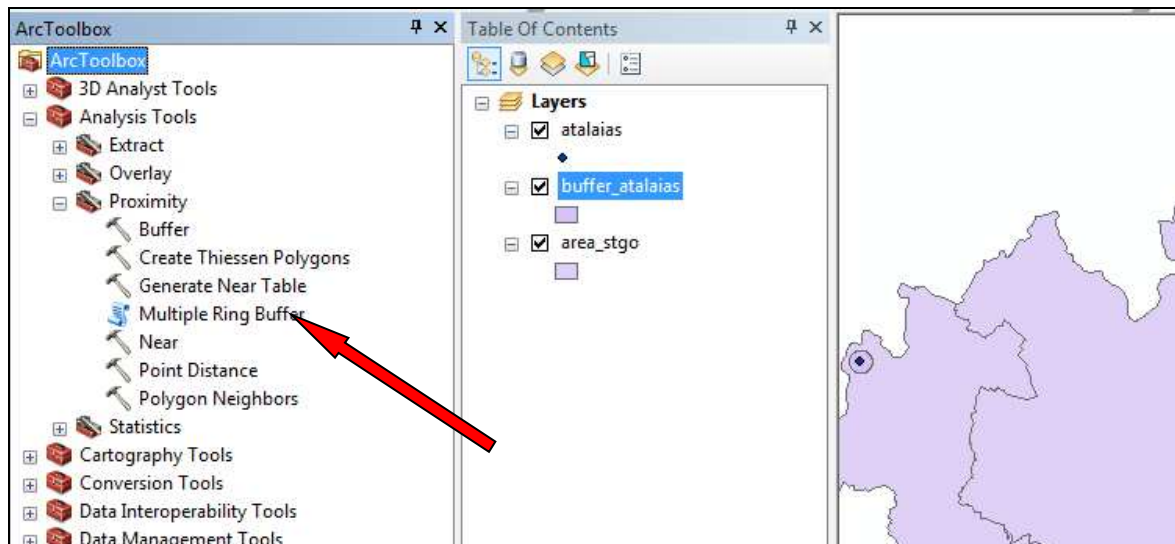


Figura 7.26.

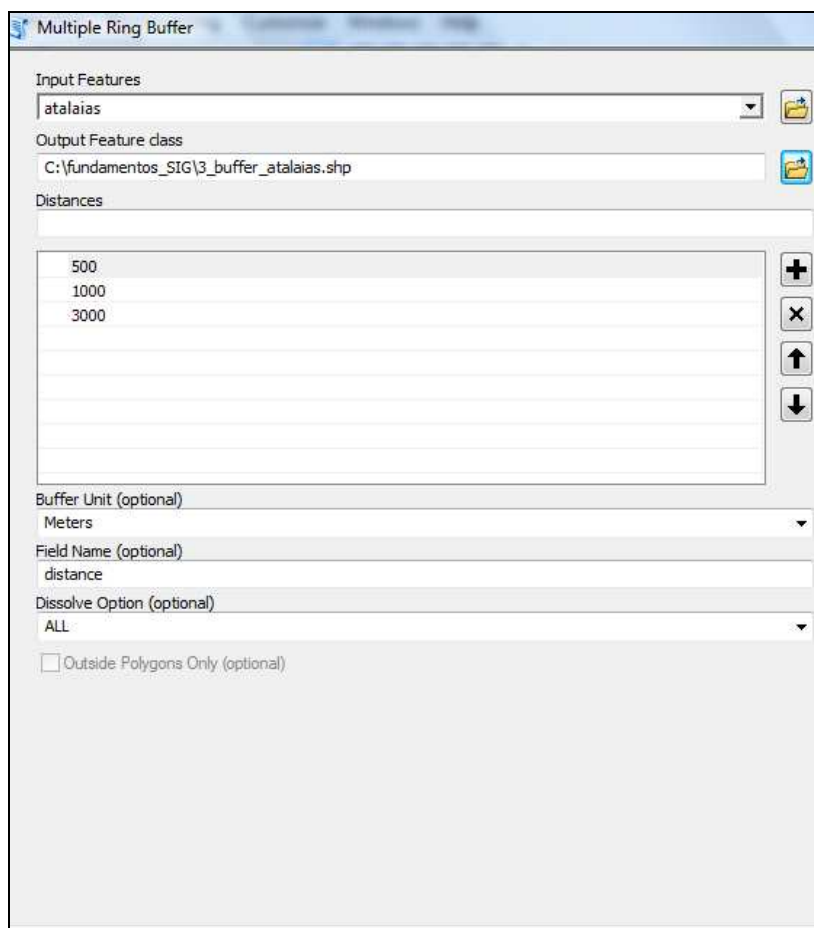


Figura 7.27.

En este caso procedemos del mismo modo: señalando cual es el tema fuente y cuál será su nombre cuando lo guardemos en el directorio que estimemos oportuno. A continuación, habrá que ir introduciendo la distancia a la que queremos que se encuentre cada uno de los sucesivos anillos o áreas de influencia (Figura 7.27).

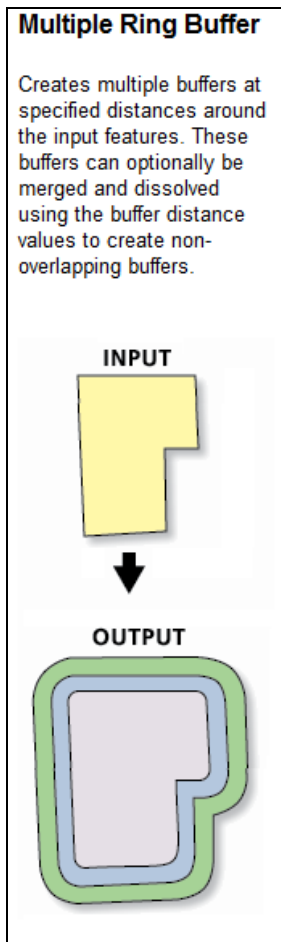


Figura 7.28.

Como al marcar un último anillo a una distancia de 3000 m. surgirá una superposición en alguno de los casos, marcamos la opción *ALL* en *Dissolve Option*, para que elimine el área en la que superpongan algunas de las áreas de influencia. El resultado lo podemos ver en la figura 7.29:

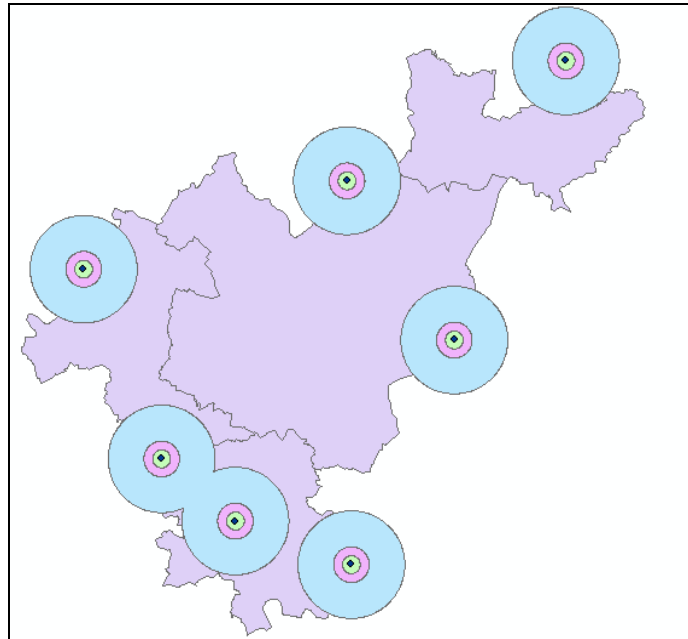


Figura 7.29.

Para realizar un *buffer* con un tema lineal vamos a cargar la capa *n-525.shp* de la carpeta 3. La manera de proceder es la misma que con el tema puntual que hemos realizado con anterioridad (figura 7.30):

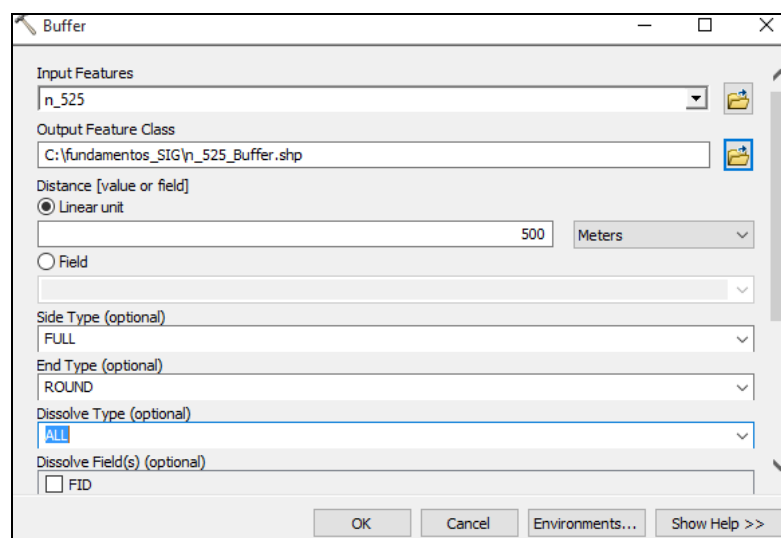


Figura 7.30.

- Indicamos que el *input feature* sea *n_525.shp*;
- Ponemos un nombre a la nueva capa que generaremos (*n_525_buf.shp*) y le decimos donde lo guardamos: *C:\fundamentos_SIG\n-525_buf.shp*.
- La distancia que utilizaremos en este caso será de 500 m.
- Dissolve type: All*. Escogemos esta opción porque el tema *n-525.shp* recoge múltiples tramos de carretera y si no escogiésemos aquí ninguna opción (*none*) haría un buffer a cada uno de los tramos de la misma. El resultado (figura 7.31):

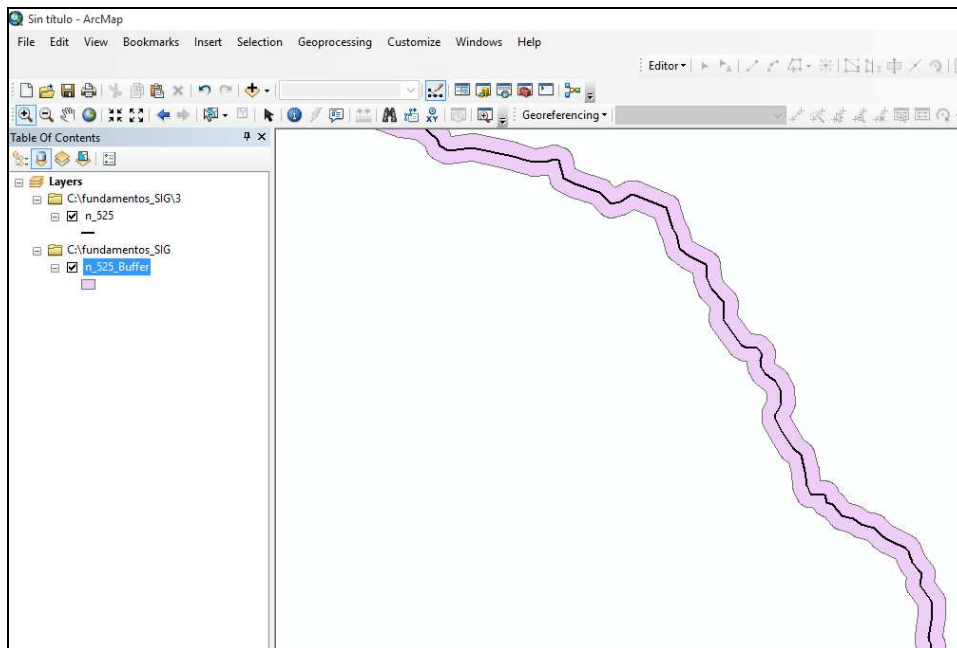


Figura 7.31.

Para realizar un *buffer* con un tema poligonal vamos a cargar la capa *manzanas_stgo.shp* de la *carpeta 7* (figura 32). La manera de proceder es la misma que con los temas puntual y lineal que hemos realizado con anterioridad, pero previamente seleccionamos sólo uno de los polígonos de esta capa para hacer el *buffer* sólo a ese polígono:

- Indicamos que el *input feature* sea *manzanas_stgo.shp*;
- Ponemos un nombre a la nueva capa que generaremos (*manzanas_buffer.shp*) y le decimos donde lo guardamos: *C:\fundamentos_SIG\manzanas_buffer.shp*.
- La distancia que utilizaremos en este caso será de 300 m.
- Dissolve type: None*. En este caso sólo haremos el *buffer* a un polígono (el seleccionado), por eso no necesitamos marcar que se disuelvan los límites superpuestos.

-En los polígonos tenemos una opción más, que es el de hacer el buffer hacia el interior y exterior del mismo: pestaña *side type (optional)*: *OUTSIDE_ONLY* (sólo hacia el exterior) o *FULL* (hacia el interior y exterior). En este caso lo vamos a hacer sólo hacia el exterior, por eso escogemos la opción *OUTSIDE_ONLY*.

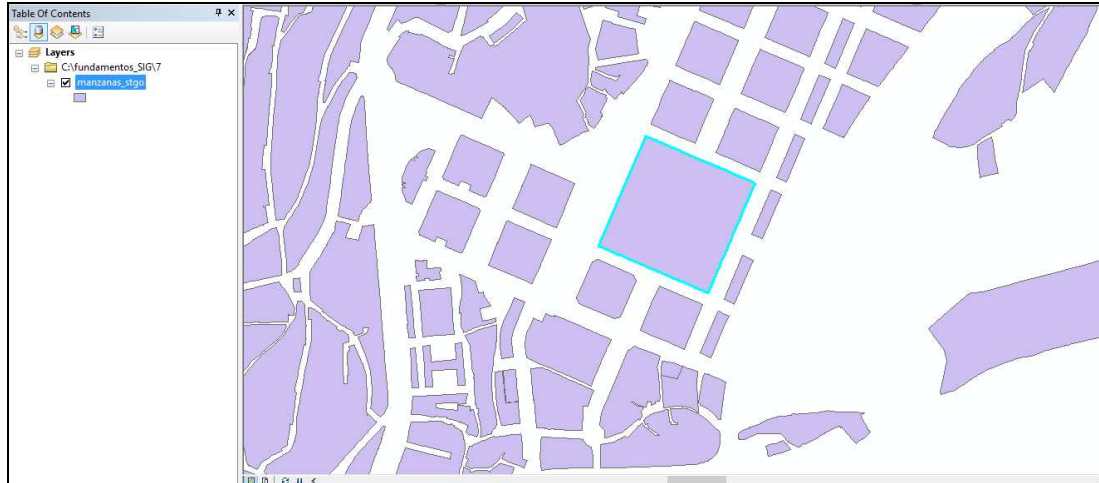


Figura 7.32.

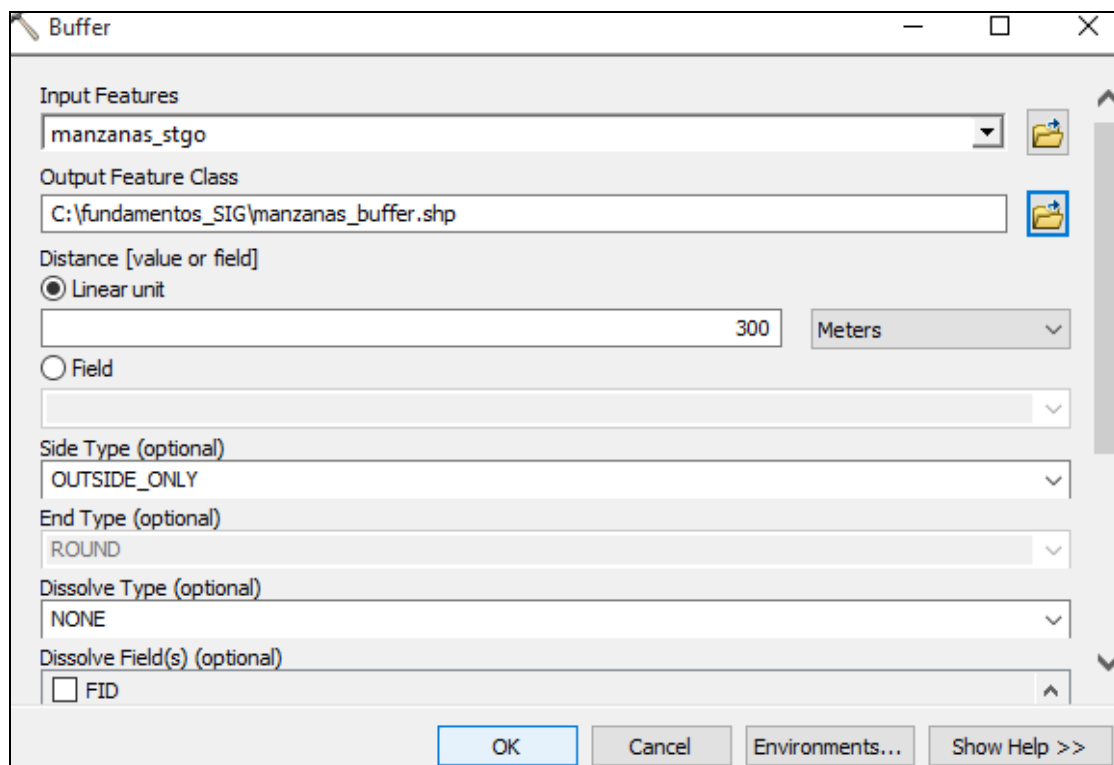


Figura 7.33.

El resultado (figura 7.34):

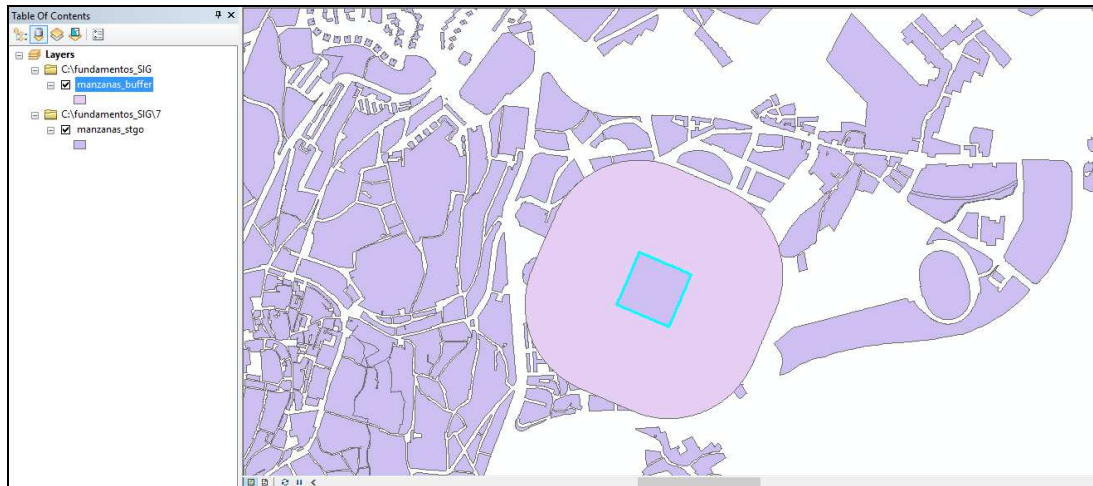


Figura 7.34.

2.- DISSOLVE:

Esta herramienta disuelve límites entre objetos basándose en sus atributos. Fusiona objetos de una capa mediante un campo de su base de datos. Se encuentra en el menú *Geoprocessing* (figura 7.35):

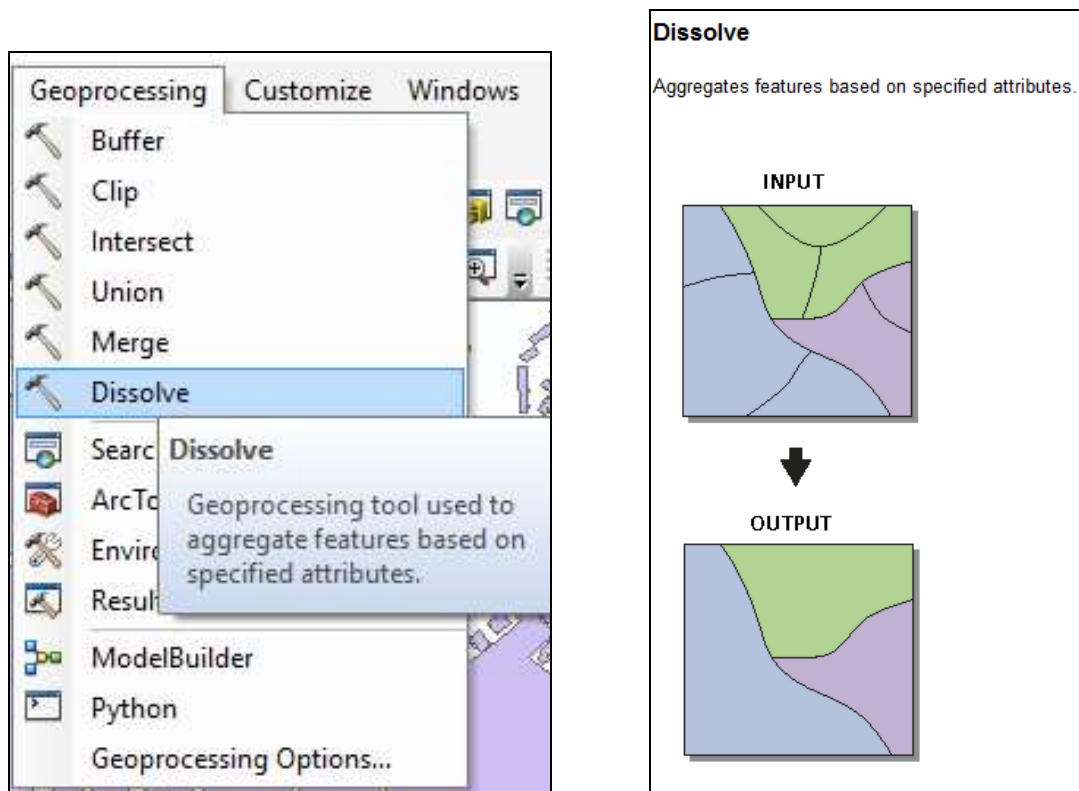


Figura 7.35. Dissolve

Para realizar un ejemplo de *dissolve* vamos a cargar la capa *muni_gal.shp* de la carpeta 3. El campo de su base de datos que vamos a utilizar para la disolución

será el denominado *comarca*, de manera que obtendremos una nueva capa en el que agregará municipios que pertenezcan a una misma comarca, es decir, el resultado final será el mapa comarcal de Galicia.

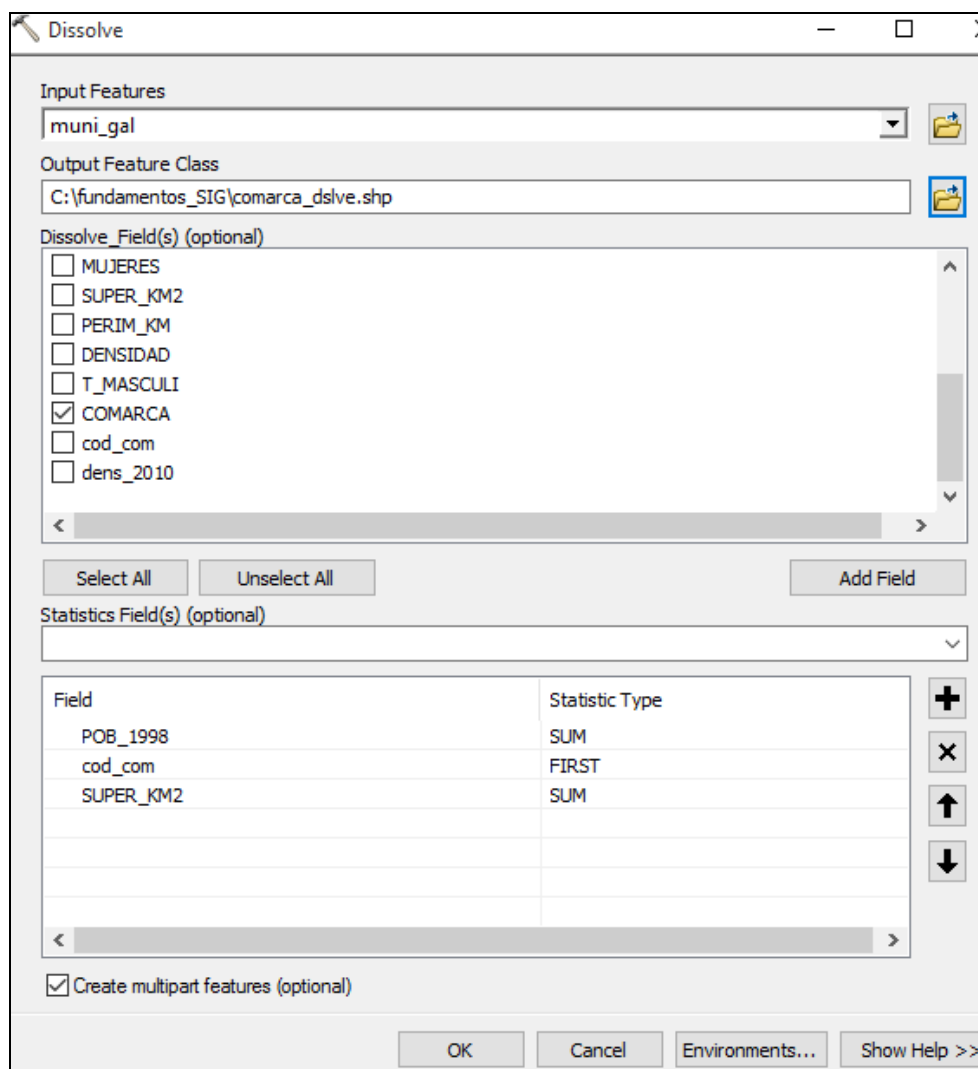


Figura 7.36. Parámetros para realizar el *Dissolve*

En la ventana de opciones para realizar el *dissolve*, el *input feature* será *muni_gal.shp*. Lo guardaremos con el nombre *comarca_dslve.shp* en el directorio *fundamentos_SIG.shp*. Como a continuación nos indica si queremos crear campos estadísticos, utilizaremos esa opción, y crearemos tres campos en el nuevo tema, uno con el código de comarca: *Field: cod_com* y *Statistic Type: First*. Para seleccionar estos parámetros hay que clicar encima del espacio en blanco debajo de *Field* y *Statistic Type* y se abre una pestaña con diferentes opciones. Además, indicamos que queremos otros dos campos, uno de la población (*Pob_1998*; por *SUM*) y otro con la superficie (*SUPER_KM2*; por *SUM*). En la casilla correspondiente dejamos marcada la que indica *Create multipart features (optional)*, sino mantendría los límites

municipales). La introducción de todos estos parámetros podemos apreciarla en la figura 7.36.

El resultado es el siguiente (tanto la vista espacial –mapa- como la base de datos):

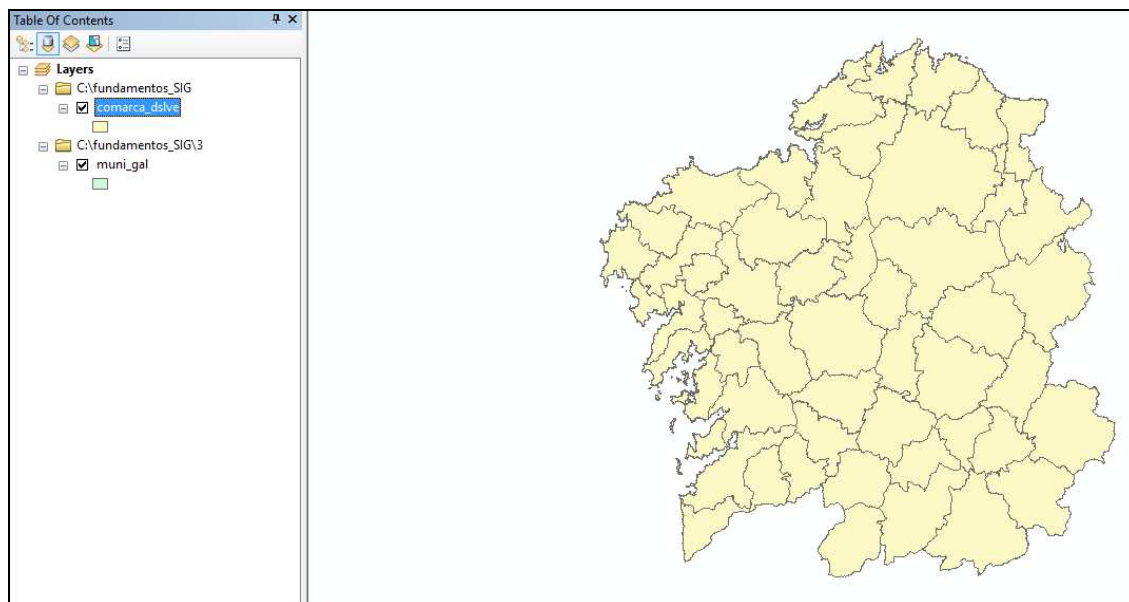


Figura 7.37.

	FID	Shape *	COMARCA	SUM POB 19	FIRST cod	SUM SUPER
▶	0	Polygon	A Barcala	12173	1503	212,93
	1	Polygon	A Coruña	350446	1506	469,569994
	2	Polygon	A Fonsagrada	7981	2703	679,389999
	3	Polygon	A Limia	25365	3204	801,330008
	4	Polygon	A Mariña Central	30638	2705	500,670008
	5	Polygon	A Mariña Occidental	28081	2706	494,57
	6	Polygon	A Mariña Oriental	17662	2707	399,720001
	7	Polygon	A Ulloa	11527	2713	417,619995
	8	Polygon	Allariz-Maceda	15696	3201	381,960003
	9	Polygon	Arzúa	19719	1501	484,650002
	10	Polygon	Baixa Limia	10275	3202	530,120003
	11	Polygon	Barbanza	66487	1502	246,52
	12	Polygon	Bergantiños	70588	1504	743,090004
	13	Polygon	Betanzos	39308	1505	676,059998
	14	Polygon	Caldas	35514	3602	288,520002
	15	Polygon	Chantada	17709	2702	461,990005
	16	Polygon	Deza	47990	3604	1026,04998
	17	Polygon	Eume	28992	1507	538,989996
	18	Polygon	Ferrol	166592	1508	624,579996
	19	Polygon	Fisterra	25747	1509	339,269999

Figura 7.38.

Como repaso del modo de realización de este ejercicio podemos realizar un *dissolve* con esta misma capa por el campo *provincia*. Podemos hacer también uno

para la totalidad de Galicia (obtendremos una nueva capa con únicamente los límites externos de la comunidad) si generamos un campo nuevo con una única información común para todos los registros que nos sirva para disolver el espacio interior de toda la Comunidad Autónoma.

3.- MERGE:

Esta herramienta del *Geoprocessing* fusiona dos o más temas en uno solo. Para trabajar con esta herramienta emplearemos las capas *H_25_1_stgo.shp* a *H_25_6.shp* (son 6 capas en total), que se encuentran en la carpeta 4 de nuestro directorio *fundamentos_SIG*.

Merge

Combines multiple input datasets of the same data type into a single, new output dataset. This tool can combine point, line, or polygon feature classes or tables.

Use the Append tool to combine input datasets with an existing dataset.



Figura 7.39. Merge

Como podemos comprobar, son seis capas que recogen los usos del suelo que se corresponden con las hojas del mapa topográfico 1:50.000 en el área de Santiago de Compostela (figura 7.41). Es incómodo trabajar con esas seis capas por separado para hacer un análisis conjunto, o a la hora de representarlas con una leyenda de valor único (cada capa aparece con una leyenda diferente, aunque sean los mismos usos), etc. La herramienta *MERGE* nos permite generar un nuevo tema en el que las seis capas se unifican en una sola. Esta herramienta se puede usar si los temas a fusionar son adyacentes, pero sin solapamiento alguno, pues si se solapasen no sería válida la fusión.

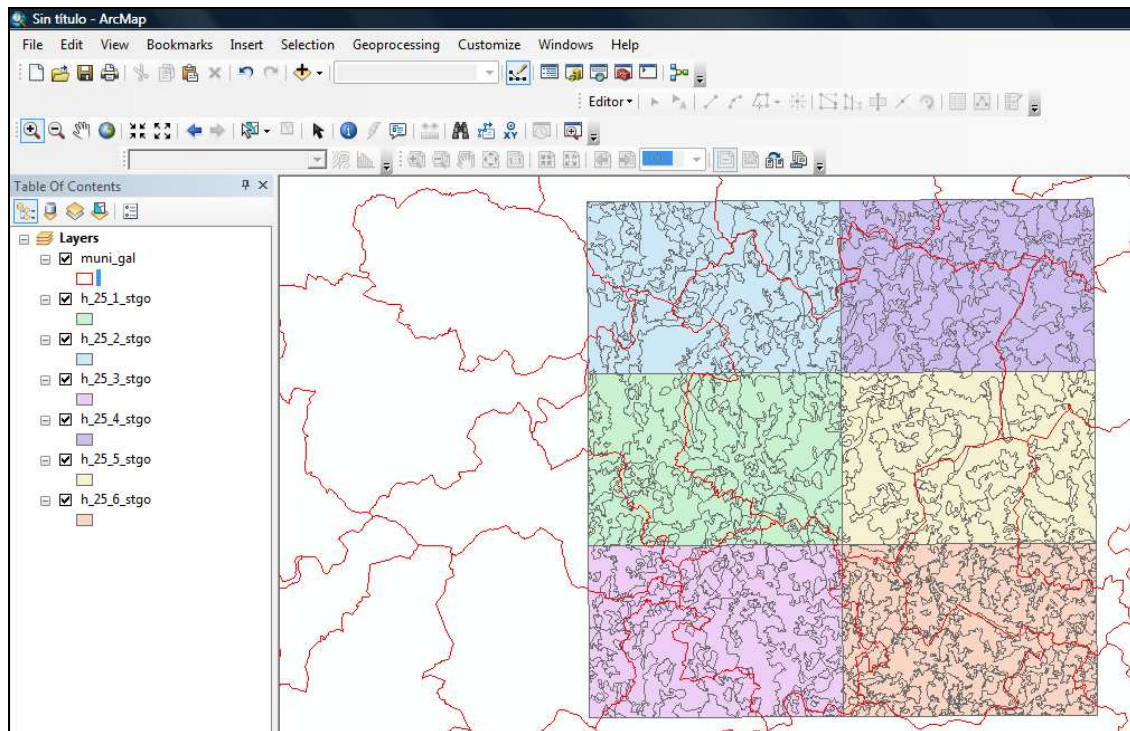


Figura 7.40. seis capas adyacentes.

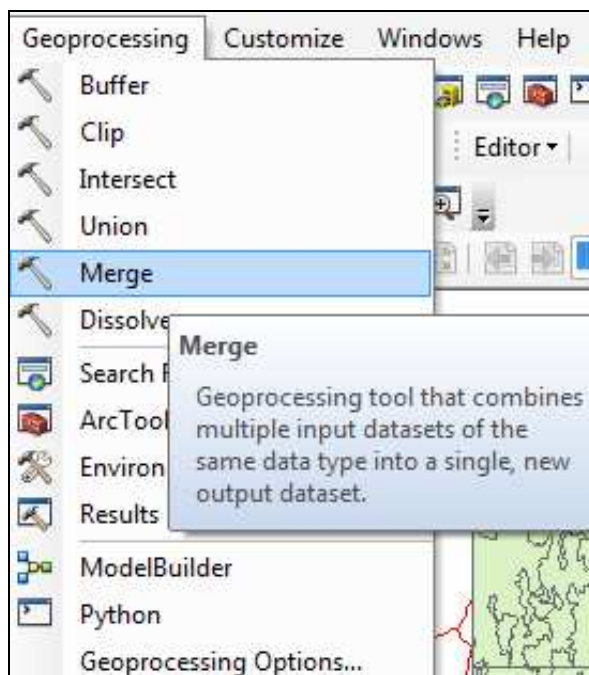


Figura 7.41. Merge en el menú Geoprocessing.

Una vez elegida la herramienta en el menú *Geoprocessing* (figura 7.41), debemos señalar las capas que queremos unir y los campos que queremos que tenga la capa resultante. Además, debemos indicarle el directorio en el cual guardaremos la nueva capa generada y su nombre, en este caso nosotros le hemos llamado *usos_comstgo.shp* (diminutivo de usos comarca santiago).

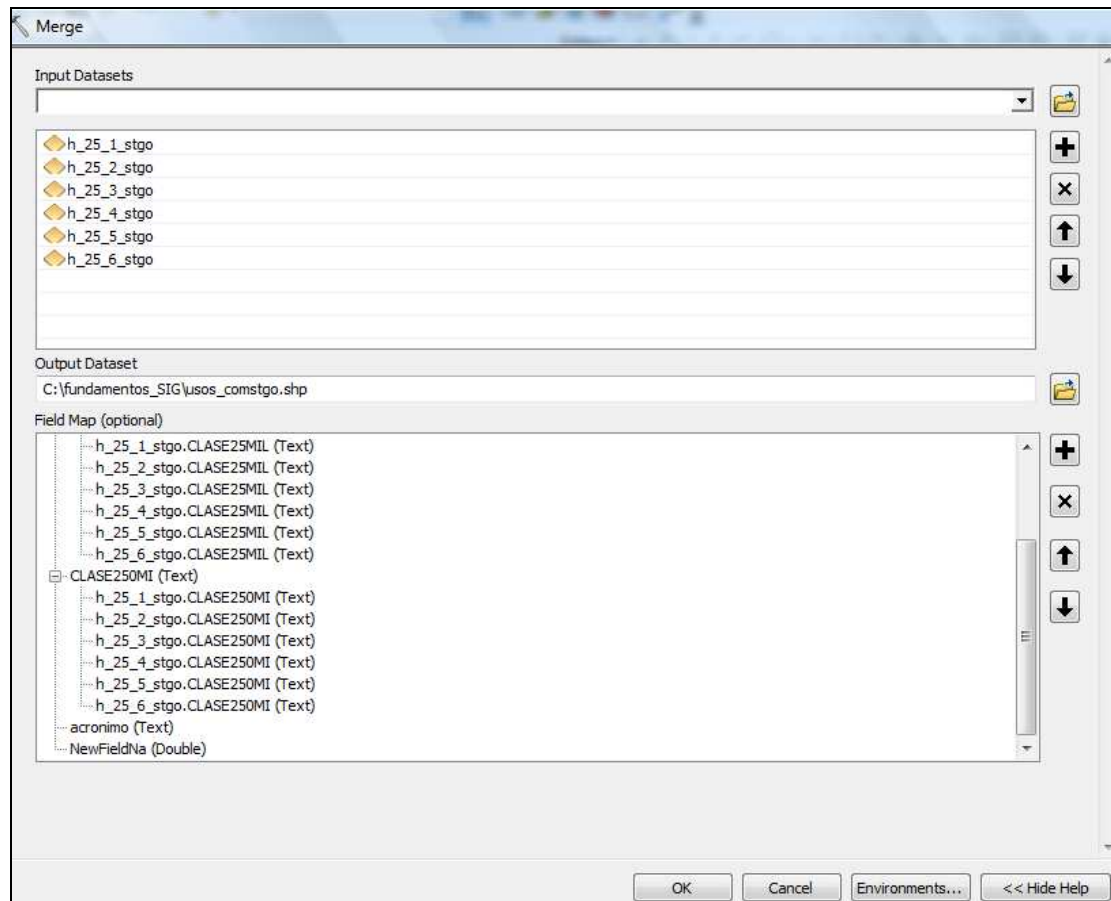


Figura 7.42. Parámetros para realizar el Merge.

El resultado (una única capa que agrega las seis anteriores y que se puede representar, por ejemplo, por una leyenda de valor único para que a cada uso le dé un color diferente (figuras 7.43 y 7.44):

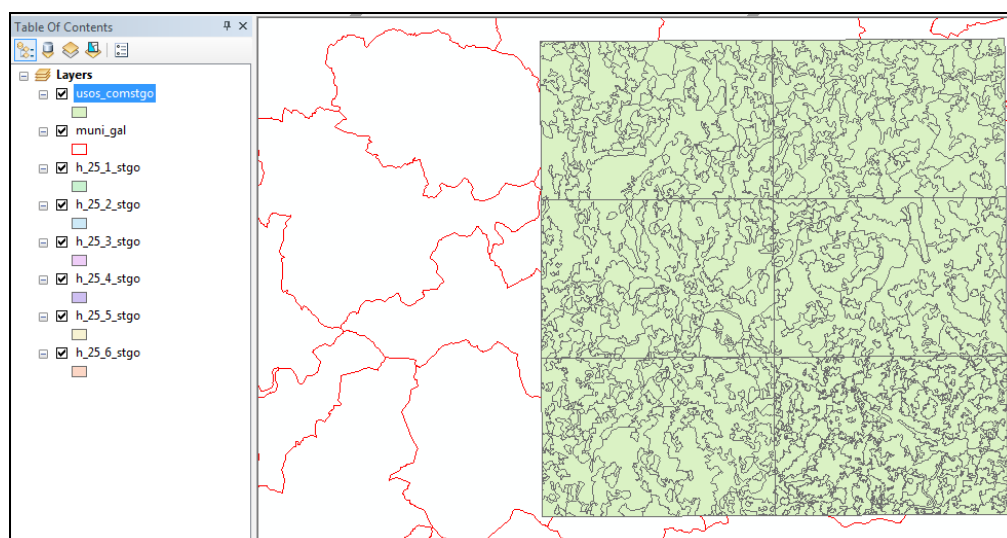


Figura 7.43. Resultado tras la realización del Merge.

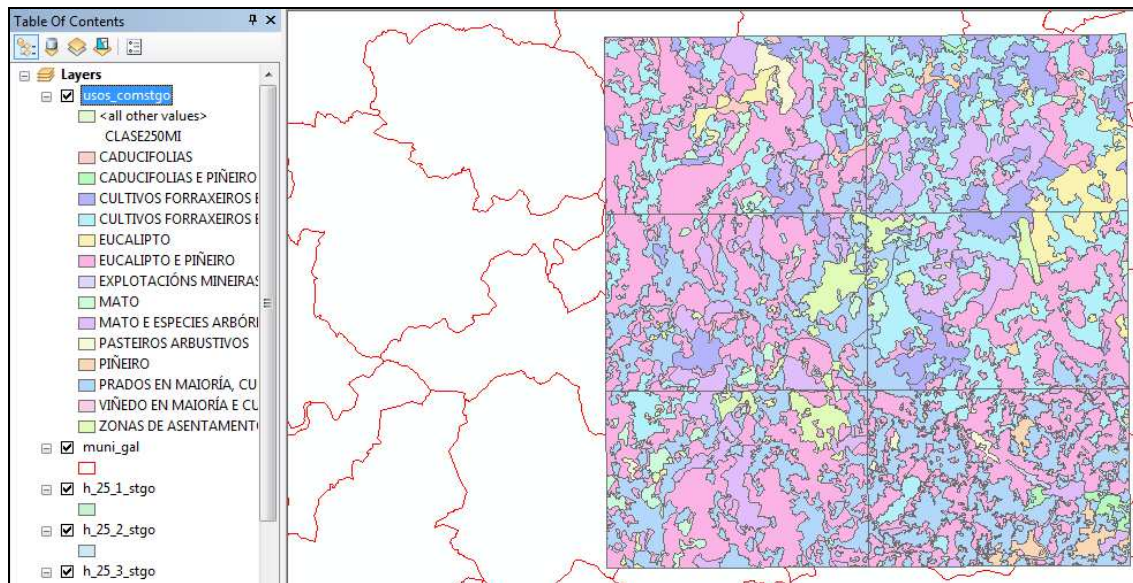


Figura 7.44. Aplicación de una leyenda de valor único a la capa resultante del *Merge*.

4.- **CLIP:**

La herramienta CLIP corta los objetos de una capa a partir del contorno exterior de otro tema poligonal. Es una superposición espacial entre dos temas, cortando y eliminando la información espacial de una capa (puntual, lineal o poligonal) a partir de la forma de otra capa que sea poligonal. Se genera un nuevo tema que tendrá la información temática del primer tema, mientras que el segundo sólo servirá para cortar al primero (figura 7.45).

Clip

Extracts input features that overlay the clip features.

Use this tool to cut out a piece of one feature class using one or more of the features in another feature class as a cookie cutter. This is particularly useful for creating a new feature class—also referred to as study area or area of interest (AOI)—that contains a geographic subset of the features in another, larger feature class.

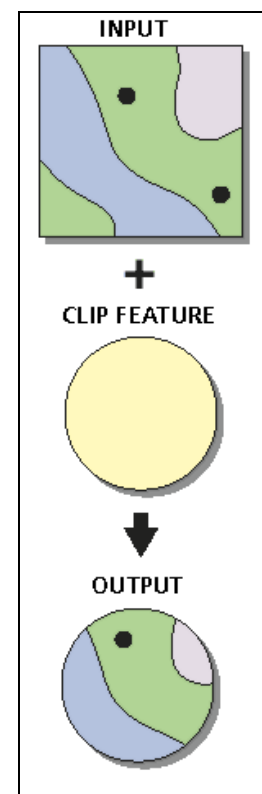


Figura 7.45. *Clip*

Para realizar el CLIP utilizaremos como tema fuente (*input theme*) el recién creado *usos_comstgo.shp* con la herramienta *MERGE*. Ese tema recoge los usos de Santiago del ámbito espacial del municipio de Santiago, pero sobrepasando sus límites. Si nos interesa tener una capa que contenga los usos del suelo con los límites de este municipio podemos utilizar la herramienta CLIP, para ello necesitamos un polígono con los límites del ayuntamiento de Santiago que sirva para realizar el corte, para ello cargamos el tema *santiago.shp*, que se encuentra en la *carpeta 4* (figura 7.46):

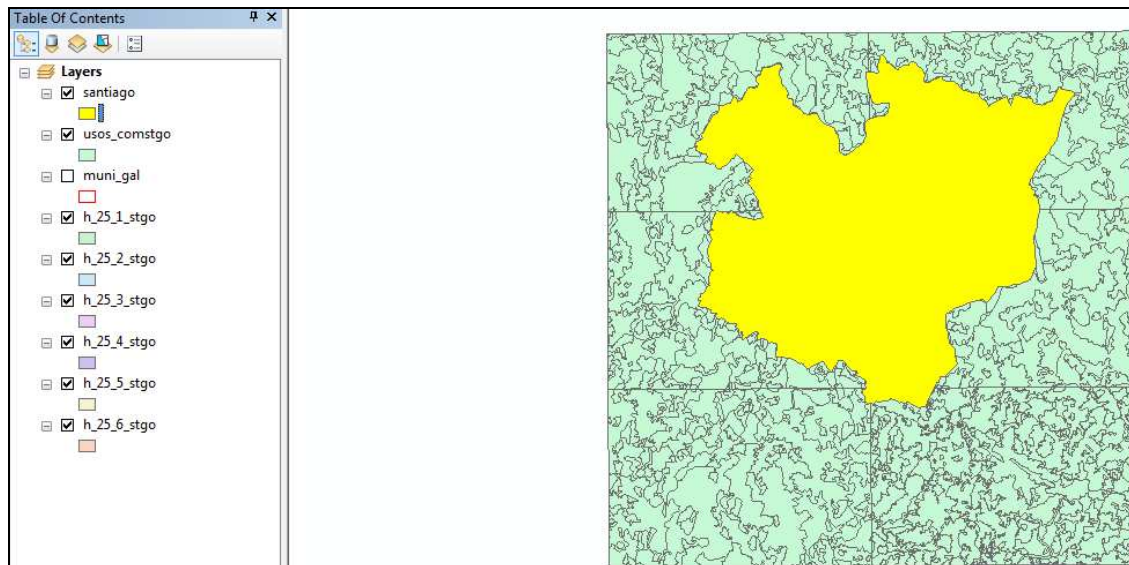


Figura 7.46. Capas para realizar el *Clip*.

A continuación, desde el menú *Geoprocessing* escogemos la opción *CLIP* (figura 7.47). Y en la ventana que a continuación se abre debemos indicar la capa fuente (*Input features*) y la que usaremos para realizar el *CLIP* (*Clip Features*), indicando el nombre y directorio de ubicación de la nueva capa (*Output Feature Class*), en este caso le llamamos *usos_stgo.shp* (figura 7.48).

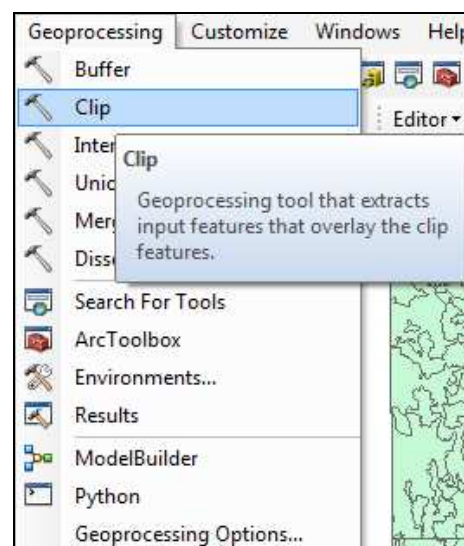
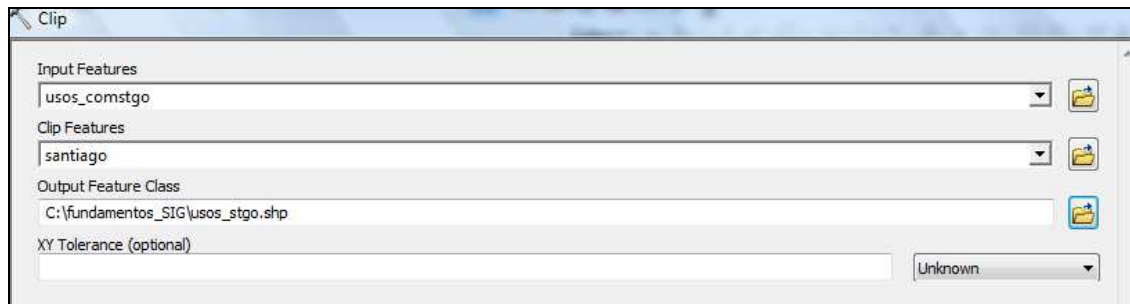
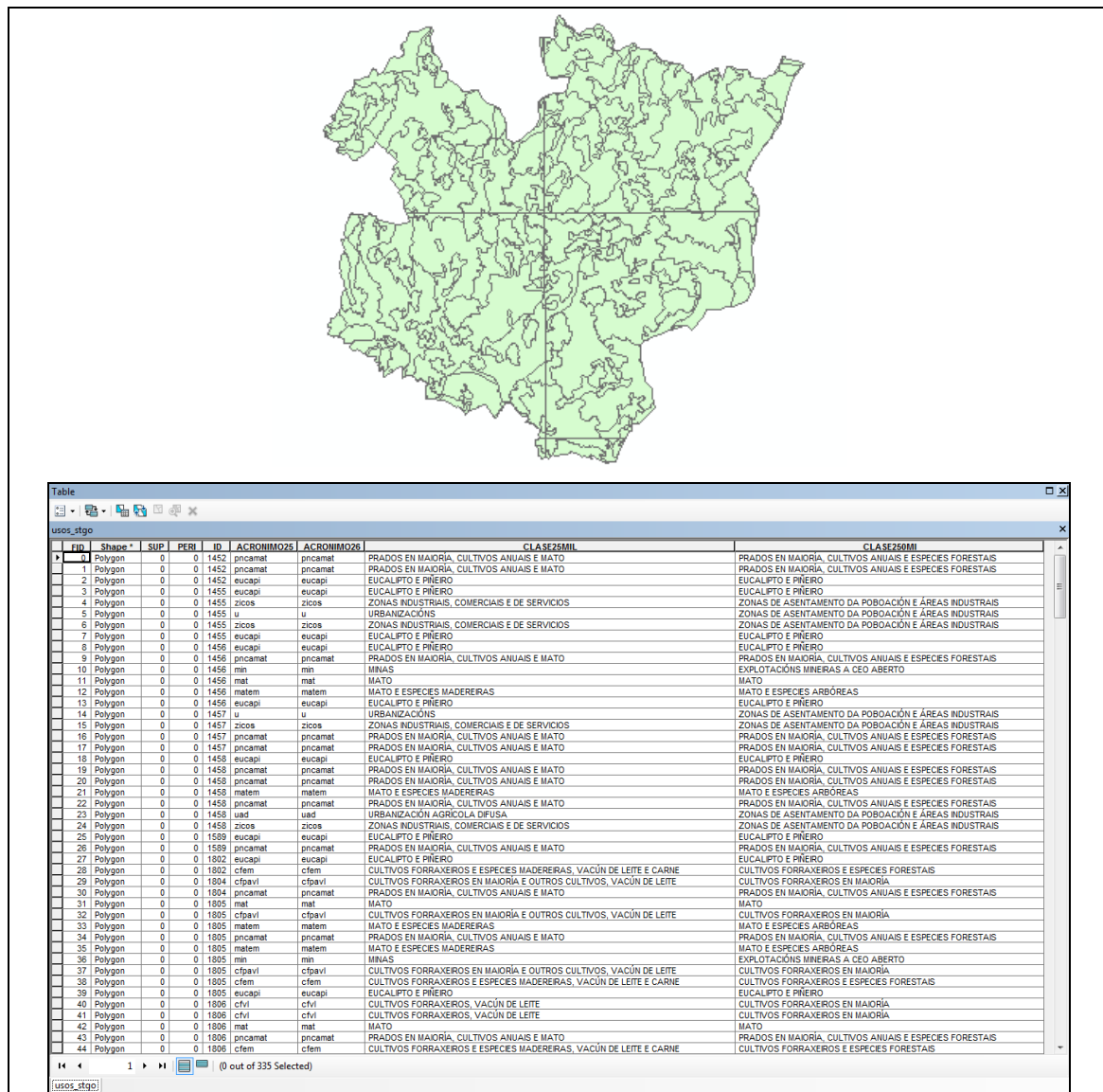


Figura 7.47. *Clip* en el menú *Geoprocessing*.

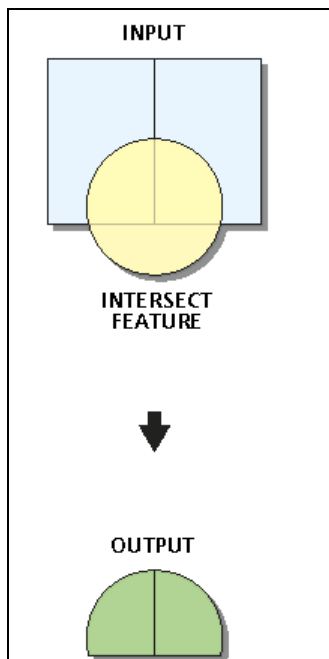
Figura 7.48. Parámetros para realizar el *Clip*.

El resultado es una capa con los límites municipales de Santiago y en su interior los usos del suelo de ese municipio. Ahora bien, la base de datos que tiene el nuevo tema es la de la capa fuente (*usos_comstgo.shp*), y no la de la capa que actuó como *CLIP* (figura 7.49).

Figura 7.49. *Clip*: resultado espacial y base de datos asociada.

5.- INTERSECT:

En este caso se produce una superposición entre dos capas, donde la primera capa, que puede ser lineal o poligonal, será cortada por la segunda capa, que siempre será poligonal y que se superpone a la anterior, generando una nueva capa con nuevos objetos, en concreto los que se repiten en ambas capas (figura 7.50). El resultado final es una cobertura lineal, si el primer tema era lineal (el *input feature*); o una poligonal si las capas eran ambas poligonales.



Intersect

Computes a geometric intersection of the input features. Features or portions of features which overlap in all layers and/or feature classes will be written to the output feature class.

Figura 7.50. *Intersect*

Para realizar el *INTERSECT* utilizaremos como temas fuente (*input features*) los mismos que acabamos de emplear para realizar el *CLIP*: *usos_comstgo.shp* *santiago.shp*, que se encuentra en la carpeta 4.

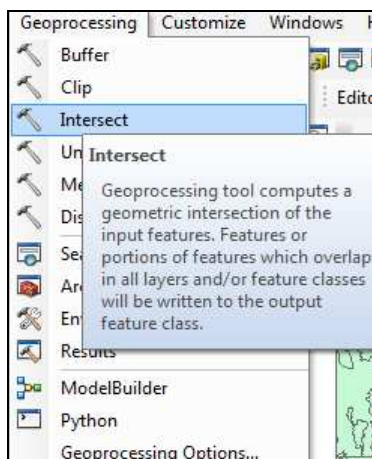


Figura 7.51. *Intersect*

A continuación, desde el menú *Geoprocessing* (figura 7.51) escogemos la opción *INTERSECT*. Y en la ventana que a continuación se abre debemos indicar las capas fuente (*Input features*), indicando el nombre y directorio de ubicación de la nueva capa (*Output Feature Class*), en este caso le llamamos *usos_intersect.shp* (figura 7.52).

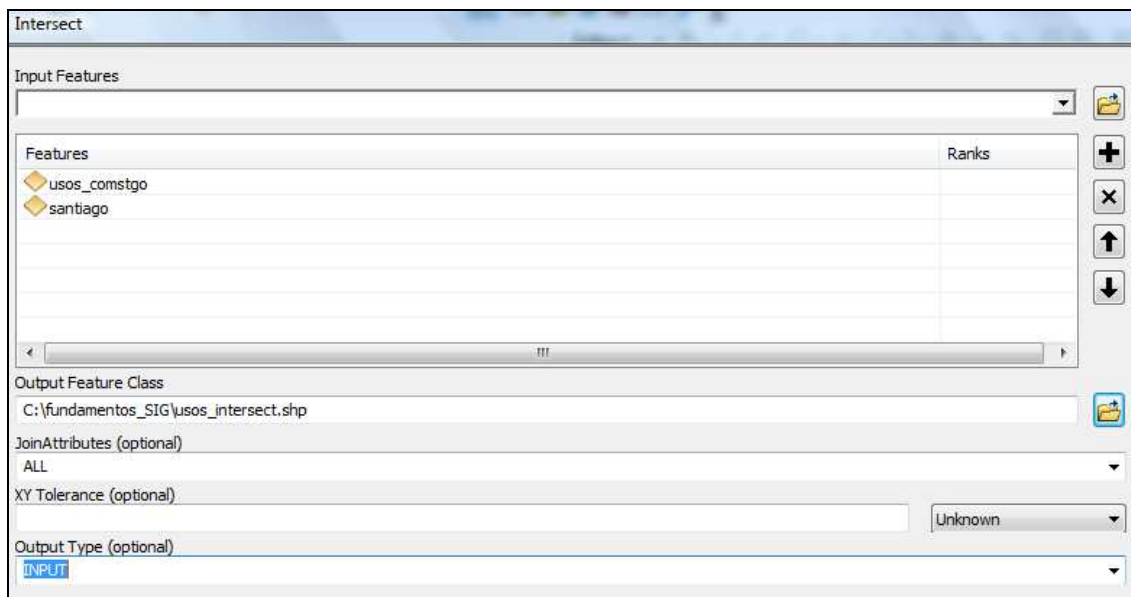


Figura 7.52. Parámetros para realizar el *Intersect*.

El resultado es una capa con los límites municipales de Santiago y en su interior los usos del suelo de ese municipio. Pero, a diferencia de lo que ocurría con el resultado del *CLIP*, la base de datos que tiene el nuevo tema une las de los dos temas fuente (figura 7.53):



Figura 7.53. Resultado espacial del *Intersect*

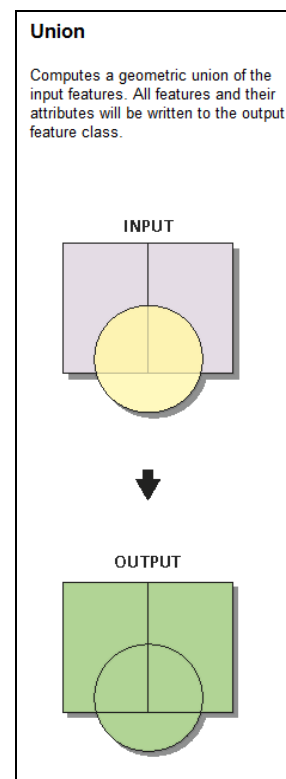
CLASIFICACIÓN	COD. PRV.	PROVINCIA	COD. INF.	NOMBRE	POB. 1988	HOMBRES	MUJERES	SUPER. KM2	PERIM. KM	DENSIDAD
PRADOS EN MAIORIA, CULTIVOS ANUAIS E MATO	15	A Coruña	15078	Santiago de Compostela	93584	43972	49612	220.39	93.536	424.6
PRADOS EN MAIORIA, CULTIVOS ANUAIS E MATO	15	A Coruña	15078	Santiago de Compostela	93584	43972	49612	220.39	93.536	424.6
EUCALPTO E PINERO	15	A Coruña	15078	Santiago de Compostela	93584	43972	49612	220.39	93.536	424.6
EUCALPTO E PINERO	15	A Coruña	15078	Santiago de Compostela	93584	43972	49612	220.39	93.536	424.6
ZONAS INDUSTRIAIS, COMERCIAIS E DE SERVICIOS	15	A Coruña	15078	Santiago de Compostela	93584	43972	49612	220.39	93.536	424.6
URBANIZACIÓNS	15	A Coruña	15078	Santiago de Compostela	93584	43972	49612	220.39	93.536	424.6
ZONAS INDUSTRIAIS, COMERCIAIS E DE SERVICIOS	15	A Coruña	15078	Santiago de Compostela	93584	43972	49612	220.39	93.536	424.6
EUCALPTO E PINERO	15	A Coruña	15078	Santiago de Compostela	93584	43972	49612	220.39	93.536	424.6
EUCALPTO E PINERO	15	A Coruña	15078	Santiago de Compostela	93584	43972	49612	220.39	93.536	424.6
PRADOS EN MAIORIA, CULTIVOS ANUAIS E MATO	15	A Coruña	15078	Santiago de Compostela	93584	43972	49612	220.39	93.536	424.6
MINAS	15	A Coruña	15078	Santiago de Compostela	93584	43972	49612	220.39	93.536	424.6
MATO	15	A Coruña	15078	Santiago de Compostela	93584	43972	49612	220.39	93.536	424.6
MATO E ESPECIES MADERERAS	15	A Coruña	15078	Santiago de Compostela	93584	43972	49612	220.39	93.536	424.6
EUCALPTO E PINERO	15	A Coruña	15078	Santiago de Compostela	93584	43972	49612	220.39	93.536	424.6
URBANIZACIÓNS	15	A Coruña	15078	Santiago de Compostela	93584	43972	49612	220.39	93.536	424.6
ZONAS INDUSTRIAIS, COMERCIAIS E DE SERVICIOS	15	A Coruña	15078	Santiago de Compostela	93584	43972	49612	220.39	93.536	424.6
PRADOS EN MAIORIA, CULTIVOS ANUAIS E MATO	15	A Coruña	15078	Santiago de Compostela	93584	43972	49612	220.39	93.536	424.6
PRADOS EN MAIORIA, CULTIVOS ANUAIS E MATO	15	A Coruña	15078	Santiago de Compostela	93584	43972	49612	220.39	93.536	424.6
PRADOS EN MAIORIA, CULTIVOS ANUAIS E MATO	15	A Coruña	15078	Santiago de Compostela	93584	43972	49612	220.39	93.536	424.6
PRADOS EN MAIORIA, CULTIVOS ANUAIS E MATO	15	A Coruña	15078	Santiago de Compostela	93584	43972	49612	220.39	93.536	424.6
MATO E ESPECIES MADERERAS	15	A Coruña	15078	Santiago de Compostela	93584	43972	49612	220.39	93.536	424.6
ZONAS INDUSTRIAIS, COMERCIAIS E DE SERVICIOS	15	A Coruña	15078	Santiago de Compostela	93584	43972	49612	220.39	93.536	424.6
EUCALPTO E PINERO	15	A Coruña	15078	Santiago de Compostela	93584	43972	49612	220.39	93.536	424.6
PRADOS EN MAIORIA, CULTIVOS ANUAIS E MATO	15	A Coruña	15078	Santiago de Compostela	93584	43972	49612	220.39	93.536	424.6
EUCALPTO E PINERO	15	A Coruña	15078	Santiago de Compostela	93584	43972	49612	220.39	93.536	424.6
CULTIVOS FORRAXEIROIS E ESPECIES MADERERAS, VACÚN DE LEITE E CARNE	15	A Coruña	15078	Santiago de Compostela	93584	43972	49612	220.39	93.536	424.6
CULTIVOS FORRAXEIROIS EN MAIORIA E OUTROS CULTIVOS, VACÚN DE LEITE	15	A Coruña	15078	Santiago de Compostela	93584	43972	49612	220.39	93.536	424.6
PRADOS EN MAIORIA, CULTIVOS ANUAIS E MATO	15	A Coruña	15078	Santiago de Compostela	93584	43972	49612	220.39	93.536	424.6
MATO	15	A Coruña	15078	Santiago de Compostela	93584	43972	49612	220.39	93.536	424.6
CULTIVOS FORRAXEIROIS EN MAIORIA E OUTROS CULTIVOS, VACÚN DE LEITE	15	A Coruña	15078	Santiago de Compostela	93584	43972	49612	220.39	93.536	424.6
MATO E ESPECIES MADERERAS	15	A Coruña	15078	Santiago de Compostela	93584	43972	49612	220.39	93.536	424.6
PRADOS EN MAIORIA, CULTIVOS ANUAIS E MATO	15	A Coruña	15078	Santiago de Compostela	93584	43972	49612	220.39	93.536	424.6
MATO E ESPECIES MADERERAS	15	A Coruña	15078	Santiago de Compostela	93584	43972	49612	220.39	93.536	424.6
MINAS	15	A Coruña	15078	Santiago de Compostela	93584	43972	49612	220.39	93.536	424.6
CULTIVOS FORRAXEIROIS EN MAIORIA E OUTROS CULTIVOS, VACÚN DE LEITE	15	A Coruña	15078	Santiago de Compostela	93584	43972	49612	220.39	93.536	424.6
CULTIVOS FORRAXEIROIS E ESPECIES MADERERAS, VACÚN DE LEITE E CARNE	15	A Coruña	15078	Santiago de Compostela	93584	43972	49612	220.39	93.536	424.6
EUCALPTO E PINERO	15	A Coruña	15078	Santiago de Compostela	93584	43972	49612	220.39	93.536	424.6
CULTIVOS FORRAXEIROIS, VACÚN DE LEITE	15	A Coruña	15078	Santiago de Compostela	93584	43972	49612	220.39	93.536	424.6
CULTIVOS FORRAXEIROIS, VACÚN DE LEITE	15	A Coruña	15078	Santiago de Compostela	93584	43972	49612	220.39	93.536	424.6
MATO	15	A Coruña	15078	Santiago de Compostela	93584	43972	49612	220.39	93.536	424.6
PRADOS EN MAIORIA, CULTIVOS ANUAIS E MATO	15	A Coruña	15078	Santiago de Compostela	93584	43972	49612	220.39	93.536	424.6
CULTIVOS FORRAXEIROIS E ESPECIES MADERERAS, VACÚN DE LEITE E CARNE	15	A Coruña	15078	Santiago de Compostela	93584	43972	49612	220.39	93.536	424.6
PRADOS EN MAIORIA, CULTIVOS ANUAIS E MATO	15	A Coruña	15078	Santiago de Compostela	93584	43972	49612	220.39	93.536	424.6
EUCALPTO E PINERO	15	A Coruña	15078	Santiago de Compostela	93584	43972	49612	220.39	93.536	424.6

Figura 7.54. Base de datos de la capa resultado del *Intersect*

6.- UNIÓN:

En este caso se produce una unión completa de dos capas. Se produce una unión entre dos temas poligonales, mediante una superposición geométrica de capas, generando nuevos objetos espaciales en una nueva capa (figura 7.55).

La capa resultante tiene como base de datos la unión de las dos bases de datos asociadas.

Figura 7.55. *Union*

Para realizar la *UNION* utilizaremos como temas fuente (*input features*) *munigal.shp* (carpeta 3) y *usos_comstgo.shp*. Indicaremos que el nombre de la capa resultante será *union_usos_munis.shp* (figura 7.57).

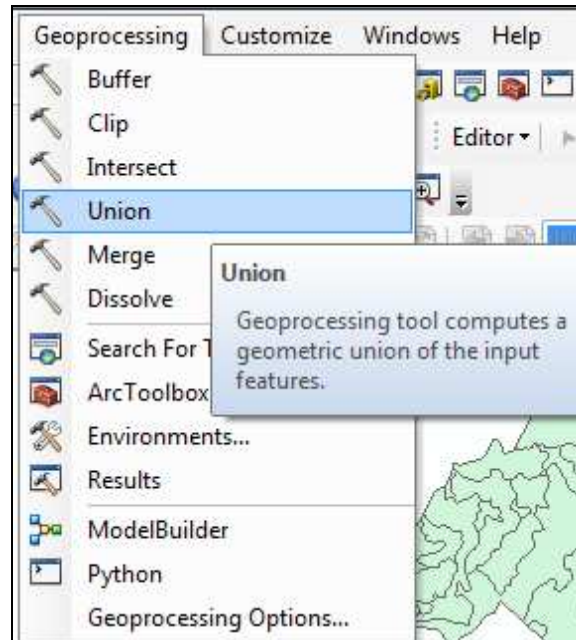


Figura 7.56. *Union* en el menú *Geoprocessing*.

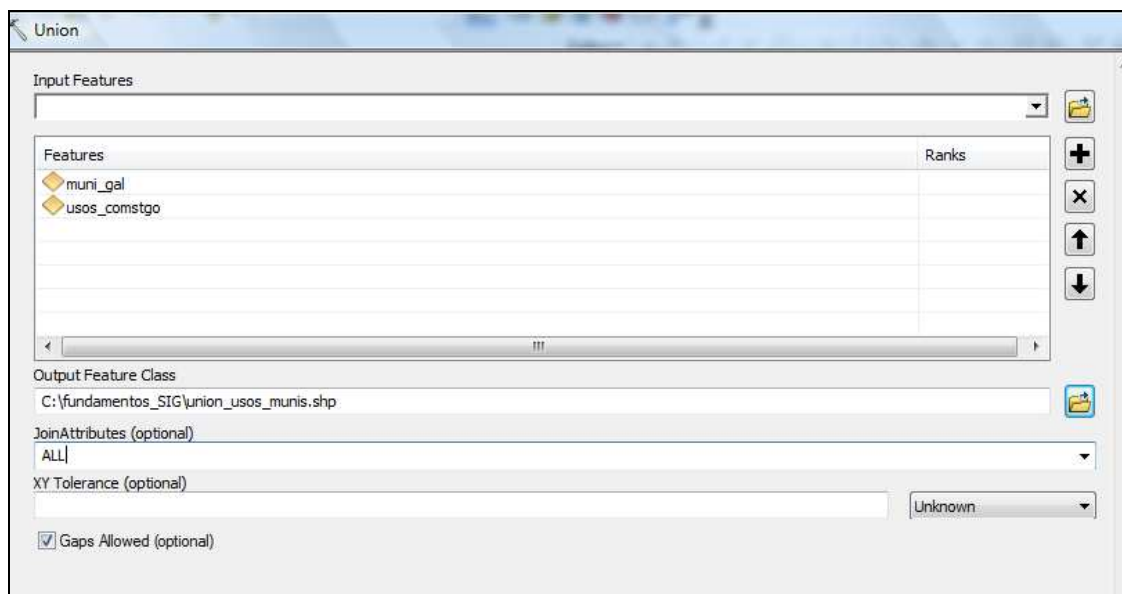


Figura 7.57. Parámetros para realizar la *Union*.

El resultado es una nueva capa en la que se contienen las dos capas fuente empleadas en el análisis (figura 7.58), produciéndose también una unión de las bases de datos:

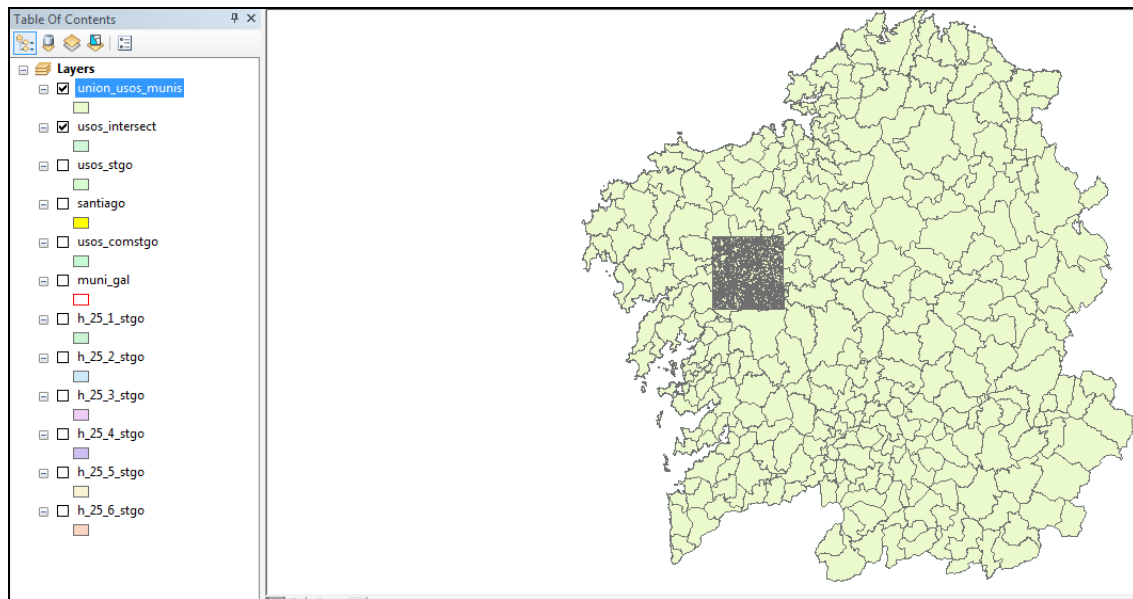


Figura 7.58. Resultado espacial de la *Union*.

Ejercicio 11

Los archivos digitales necesarios para realizar este ejercicio se encuentran en la carpeta: *c:/Fundamentos_SIG/ej_7_geoprocessing*.

Los aspectos a abordar son los siguientes:

- 1.-Partiendo de la capa *muni_gal.shp* crear un nuevo tema usando la extensión del *Geoprocessing* en el que aparezcan las comarcas de Galicia.
- 2.-Crear un nuevo shapefile con la comarca de A Terra Chá (se denominará *terracha.shp*)
- 3.-Unir los diez temas *usos_50_1.shp* a *usos_50_10.shp*. Debe tenerse en cuenta que limitan entre sí pero no se solapan. Utilizar la función del *Geoprocessing* que permita hacerlo. Al tema resultante se le denominará *usos.shp*.
- 4.-Cortar el tema *usos.shp* con el tema *terracha.shp* con la función del *Geoprocessing* que mejor se adapte al resultado. Además, se representará mediante una leyenda de valor único por el campo *clase250mi*.
- 5.-Cortar la carretera N-VI (capa *n_vi.shp*) con la capa *terracha.shp*. Posteriormente realizar un *buffer* de múltiples anillos con tres áreas de influencia sucesivas de 300, 750 y 1.500 m.

8.Edición de datos

Si bien en muchas ocasiones la información geográfica la tenemos ya en formato digital, en otras muchas es necesario obtener datos específicos sobre un tema concreto y elaborar mapas no existentes en formato digital. También suele ser necesario editar algún mapa digital adquirido, ajustándolo a las necesidades de nuestro proyecto o actualizándolo. Con *ArcMap* se pueden editar los datos geográficos existentes, así como digitalizar nuevos mapas (capas).

Veremos en esta sección una introducción a estas herramientas de edición de *ArcMap*.

1.- Creación de capas vectoriales:

Los archivos con los que vamos a trabajar se encuentran en la carpeta *C:/fundamentos_SIG/8*.

Para crear una nueva capa vectorial (*shapefile*) tenemos que utilizar *ArcCatalog*. Se puede llevar a cabo abriendo el mismo programa *ArcCatalog*, o accediendo desde la pestaña *Catalog* desde *ArcMap* (Figura 8.1).

La nueva capa vectorial podrá ser de uno de los tres tipos básicos del sistema vectorial: punto, polilíneas (conjunto de líneas) o polígonos, en función del tipo de elementos (*features*) que vaya a contener.

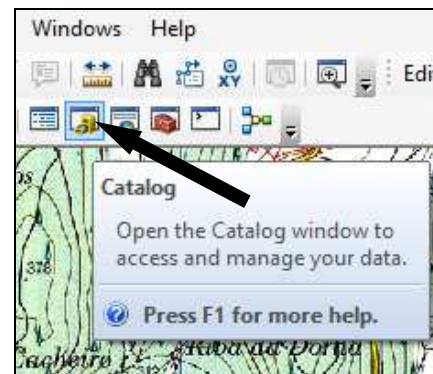


Figura 8.1.

Creación de una nueva capa:

Vamos a generar, en primer lugar, una capa de tipo puntual que se llamará *cotas.shp*, y que recogerá a partir del mapa topográfico 1:25.000 de Santiago de Compostela (*94_IV.jpg*) que ya está georreferenciado, las cotas de altitud en ese fragmento territorial recogido en el mismo. Lo primero que haremos será abrir un documento de *ArcMap* que ya tenemos creado en nuestro directorio (*c:/fundamentos_SIG*), denominado *edicion.xmd*, que contiene un zoom sobre el área occidental del mapa topográfico mencionado. Este documento de *ArcMap* contiene unas coordenadas ya definidas. Comprobamos cuales son, porque a continuación

cuando creamos la nueva capa (*cotas.shp*) deberemos indicarle el sistema de coordenadas que tendrá. Son las siguientes: *ETRS 1989 UTM Zone 29N*.

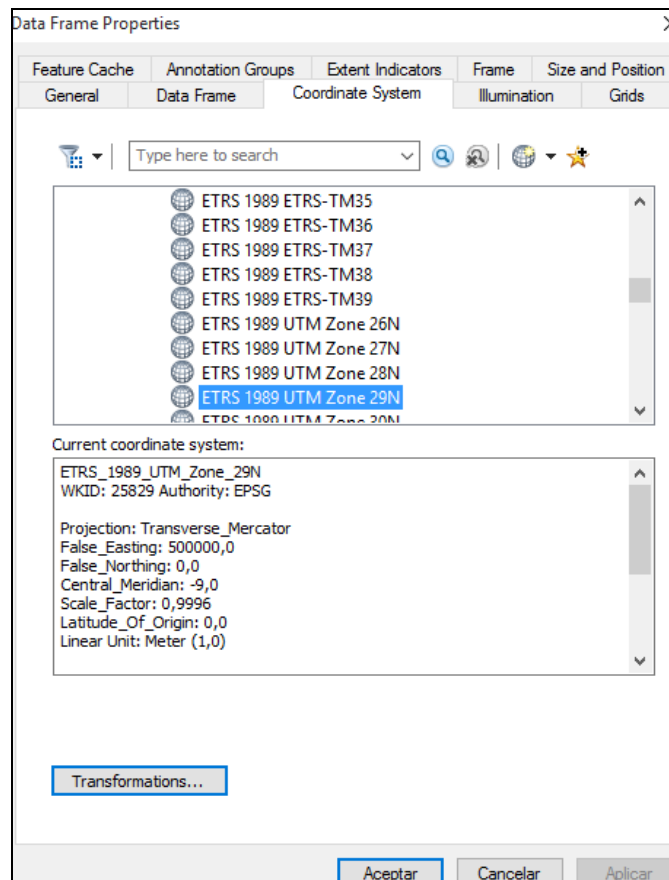


Figura 8.2.-Comprobación del Sistema de coordenadas (en propiedades del Marco de Datos).

Una vez abierto *ArcCatalog*, exploraremos hasta llegar a la carpeta donde vamos a ubicar la nueva capa y haciendo clic derecho sobre ella (*C:/fundamentos_SIG*), escogeremos el menú: *New/Shapefile (Nuevo/ Shapefile)*, como se ve en la figura 8.3. En la siguiente ventana hay que ponerle nombre a la nueva capa (*cotas*), e indicar el tipo de elementos que contendrá (puntos, líneas o polígonos), en este caso, como ya indicamos, será un tema puntual (figura 8.4).

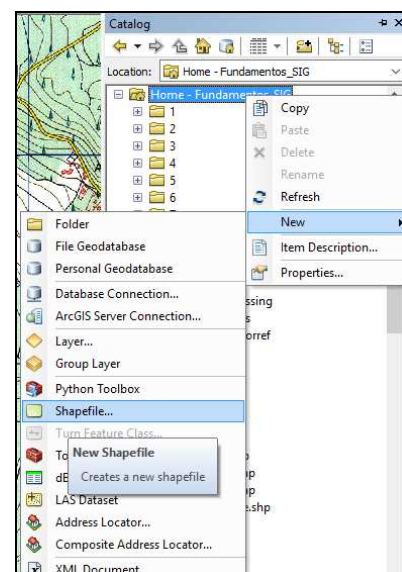


Figura 8.3.-Creación de *shapefile*.

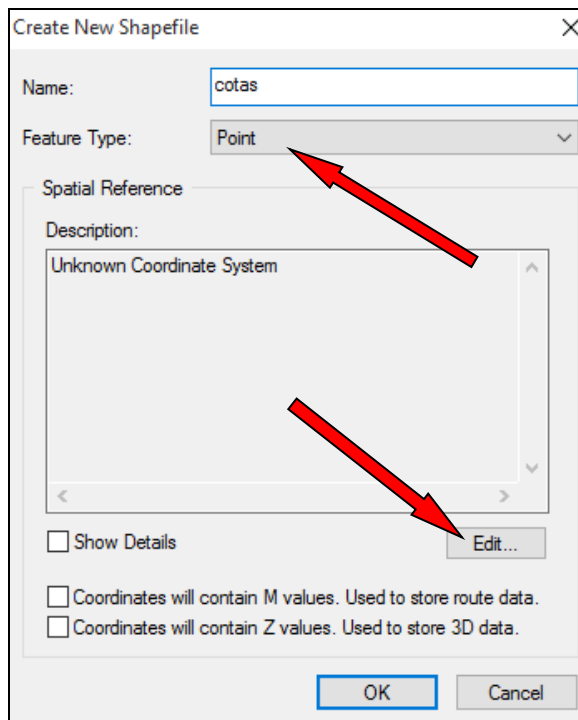


Figura 8.4. Crear nuevo shapefile.

Debemos asignar a la capa un sistema de coordenadas. Como comentamos con anterioridad, le asignaremos la misma que tiene el mapa topográfico que ya contiene el marco de datos de nuestro proyecto de *ArcMap*. Para crear el sistema de coordenadas debemos seguir los siguientes pasos:

- pulsar el botón *edit* (editar) en la ventana (figura 8.4)

- En la nueva ventana que se nos abre, mediante el botón seleccionar (figura 8.5 izquierda), elegimos la proyección *ETRS 1989 UTM Zone 29N*. Para encontrarla seguiremos la ruta:

Projected coordinate Systems\UTM\ Europe\ETRS_1989_UTM_Zone_29N

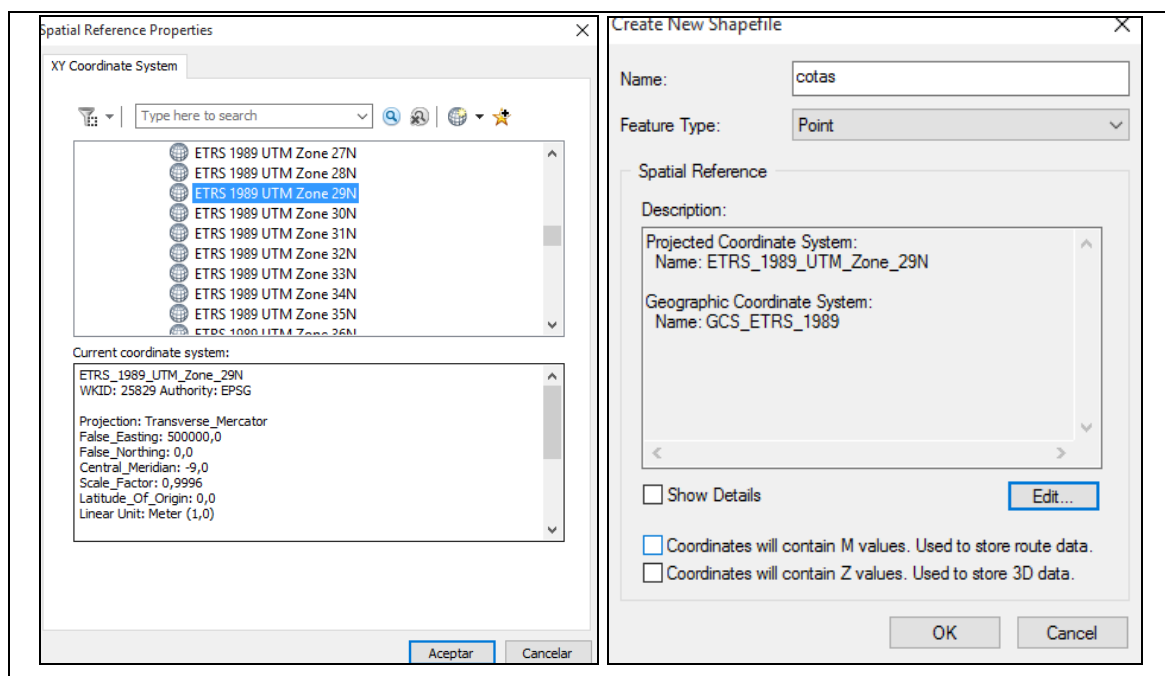


Figura 8.5. Establecer sistema de coordenadas.

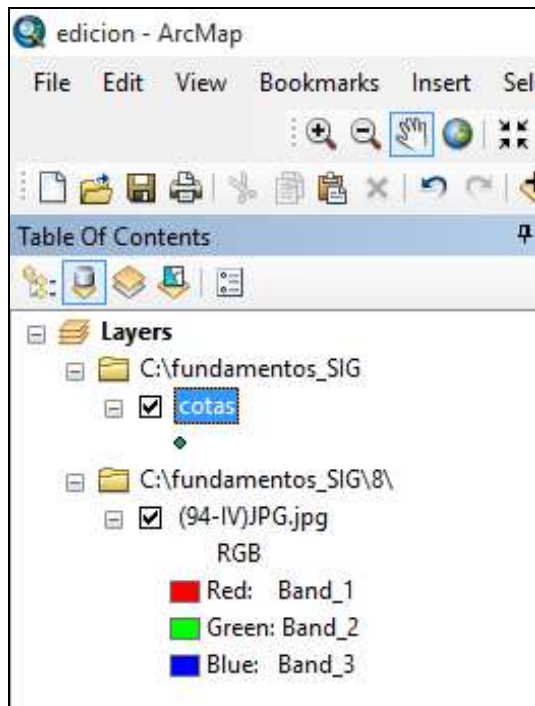


Figura 8.6

Digitalización de elementos:


Las nuevas capas que se crean están vacías y aparecen en la tabla de contenidos de *ArcMap* (figura 8.6). Para digitalizar elementos en ellas, se utiliza la barra de herramientas Editor (figura 8.7), a la que se puede acceder de diferentes maneras: mediante el icono  de la barra de herramientas *Estándar*; mediante el menú *Customize\Toolbars\Editor* (Personalizar\Barras de herramientas\Editor); o haciendo clic con el botón derecho del ratón sobre la barra de herramientas.



Figura 8.7. Barra de herramientas Editor.

A continuación, para comenzar la digitalización de la capa (y también la edición) hay que iniciar la sesión de edición (en el menú *Editor\Comenzar edición*; *Editor\Start editing*). El último de los iconos de la barra de herramientas Editor (figura 8.8) es la de Crear Entidades (Create Features), hacemos clic sobre ella y se abrirá una nueva ventana (su título es el de Crear Entidades / Create Features), en la cual hay que pulsar sobre la capa que se desea editar, con lo cual se activan en la barra editor los iconos apropiados para editar dicha capa (figura 8.9).

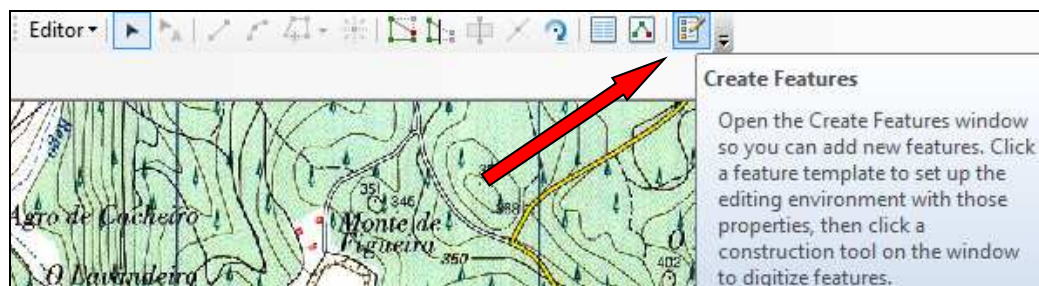


Figura 8.8. Icono de crear entidades (create features).

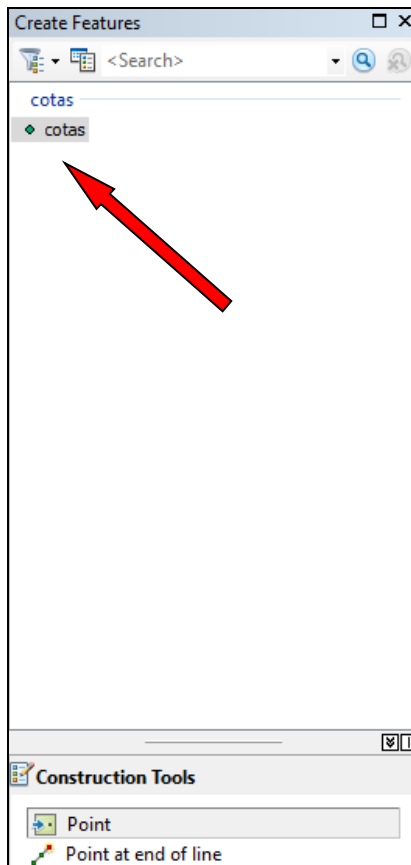


Figura 8.9. Create Features.

Al terminar de digitalizar, hay que cerrar la sesión de edición (*Editor\Stop Editing; Editor\ detener edición*) y guardar los cambios realizados en las capas editadas.

Un aspecto muy importante es que para que en la ventana de creación de entidades (*create features*), que acabamos de ver, estén visibles todas las capas que se desee editar, hay que definir y trabajar con plantillas de entidades, que se explican a continuación.

Plantillas de entidades:

A partir de la versión 10 de *ArcGis*, la creación de entidades se realiza necesariamente a través del uso de plantillas de entidades (*Templates*). Una capa no se puede editar si no tiene definida una plantilla de entidades. Estas plantillas aparecen en la ventana de *Creación de entidades (Create features)*, figura 8.10) y contienen toda la información necesaria para crear una entidad (capa donde se guardará, atributos predefinidos, y la herramienta utilizada para crearla).

Cuando se desea editar una capa, y su plantilla no aparece en la ventana de Creación de entidades (*Create features*) hay que crearla. Para ello:

- Mediante el botón *Organizar plantillas (Organize templates)* de la ventana Crear entidades, se accede a la ventana siguiente, en la cual (figura 8.11):

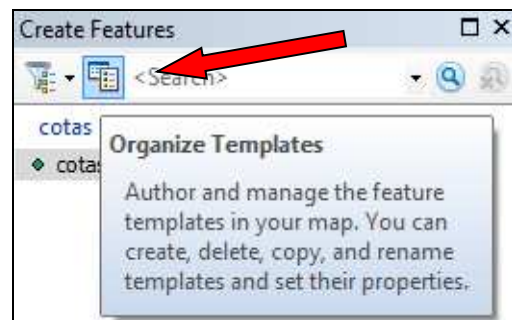


Figura 8.10. Organize Templates.

-se pulsa el botón Nueva plantilla (*New Template*), y se elige la capa para la que se desea crear (figura 8.11):

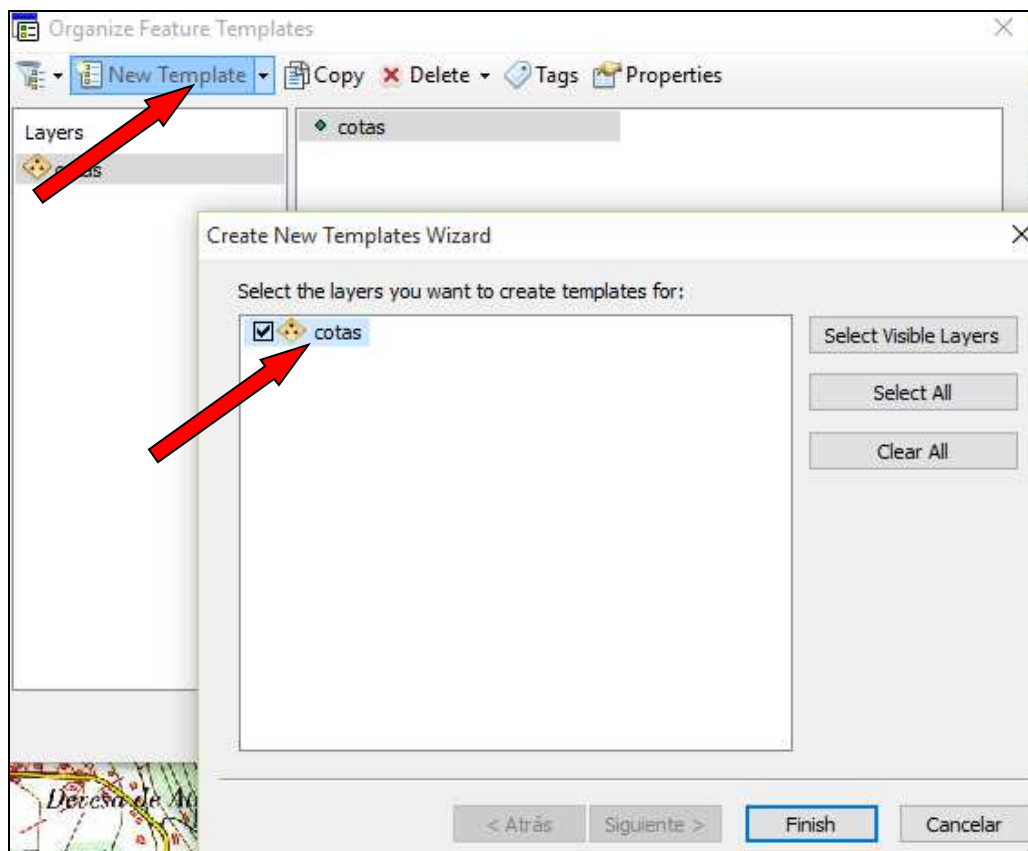


Figura 8.11. Create New Templates Wizard.

Digitalización de puntos

Para digitalizar en una capa de puntos (previamente hay que crearla, como ya vimos), hay que pulsar sobre su plantilla en la ventana de *Create Features* (*Crear entidades*), y elegir la herramienta de construcción que se desee, en este caso punto, como se puede ver en la figura 8.12.

Se pueden dibujar puntos:

- haciendo clic sobre la pantalla en los lugares donde se desea ubicar puntos (es lo que haremos nosotros en el ejemplo que estamos utilizando).
- Para dibujar puntos con precisión, indicando sus coordenadas absolutas: pulsando el botón derecho del ratón, aparece un menú contextual donde se puede elegir la opción X, Y absolutas... (o la tecla de función F6).

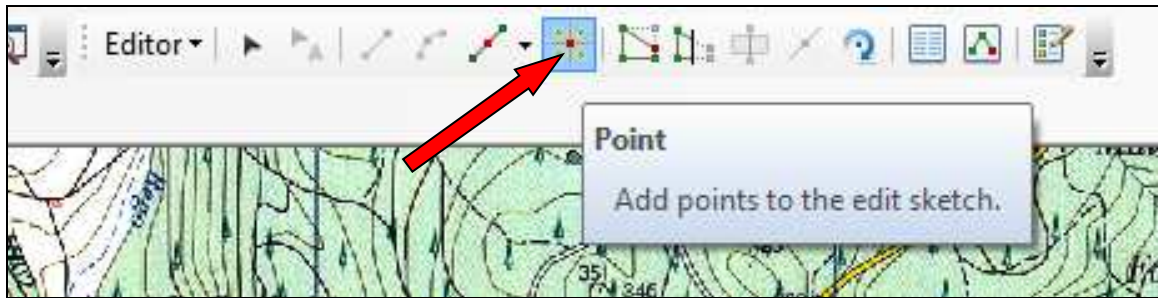


Figura 8.12. Creación de puntos.

A continuación, la manera de proceder es hacer clic sobre las cotas que vemos en el mapa topográfico. Podemos ver en la imagen inferior (figura 8.13) como se crea un primer punto sobre una cota de 262 metros.

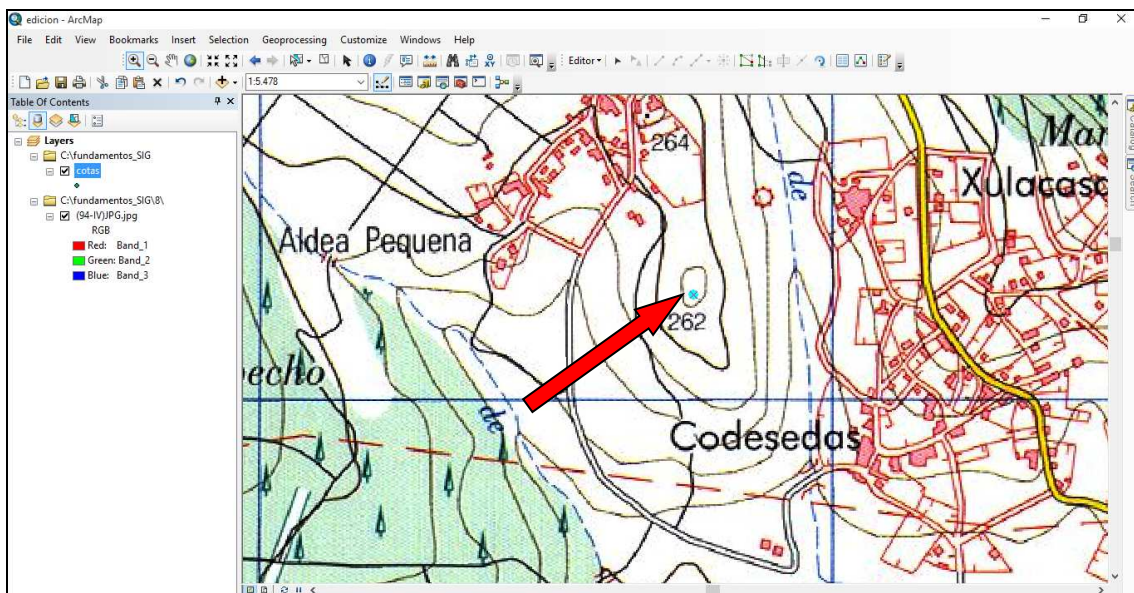


Figura 8.13. Creación de puntos.

Como estamos creando una capa de cotas y si no introducimos en su base de datos la altitud de cada cota luego se nos olvidará. Lo mejor es crear un campo en la base de datos de este tema que estamos generando (*cotas.shp*), que se denomine altitud e ir introduciendo el dato conforme lo vamos creando. Para hacerlo debemos detener la edición (*Stop editing*) y crear el campo en la base de datos (tal y como hemos aprendido en clases precedentes) antes de generar nuevas cotas (figura 8.14):

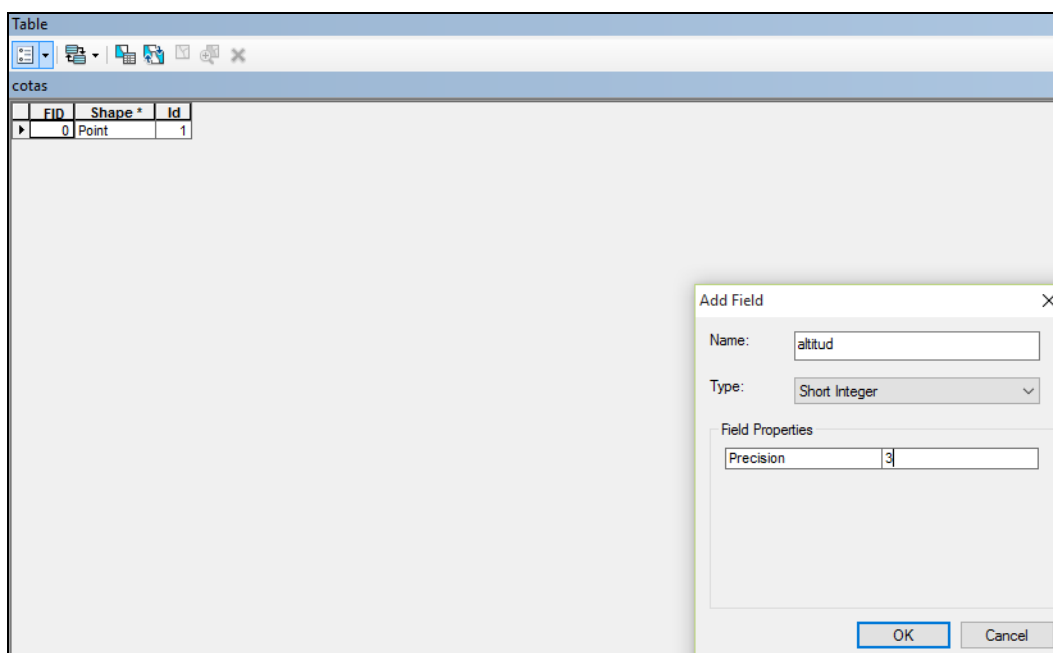


Figura 8.14. Creación de puntos.

Una vez creado el campo (que será de tipo entero corto –*short Integer*- y precisión 3) activamos de nuevo la edición (*Start editing*) e introducimos en la base de datos el valor de la cota recién creada (figura 8.15).

Table				
cotas				
	FID	Shape *	Id	altitud
	0	Point	1	202

Figura 8.15. Introducción de la altitud de la cota en la base de datos asociada.

A partir de este momento seguimos editando puntos e introducimos tantos como deseemos. Eso sí, cada vez que creamos un nuevo punto, antes de realizar el siguiente procederemos a poner su valor de altitud en la base de datos (figura 8.16).

Cuando acabamos de generar nuevos puntos (aunque más tarde pensemos en introducir más), paramos la edición (*Stop editing*). El resultado es una capa puntual georreferenciada y con una base de datos con el atributo temático altitud (figura 8.17)

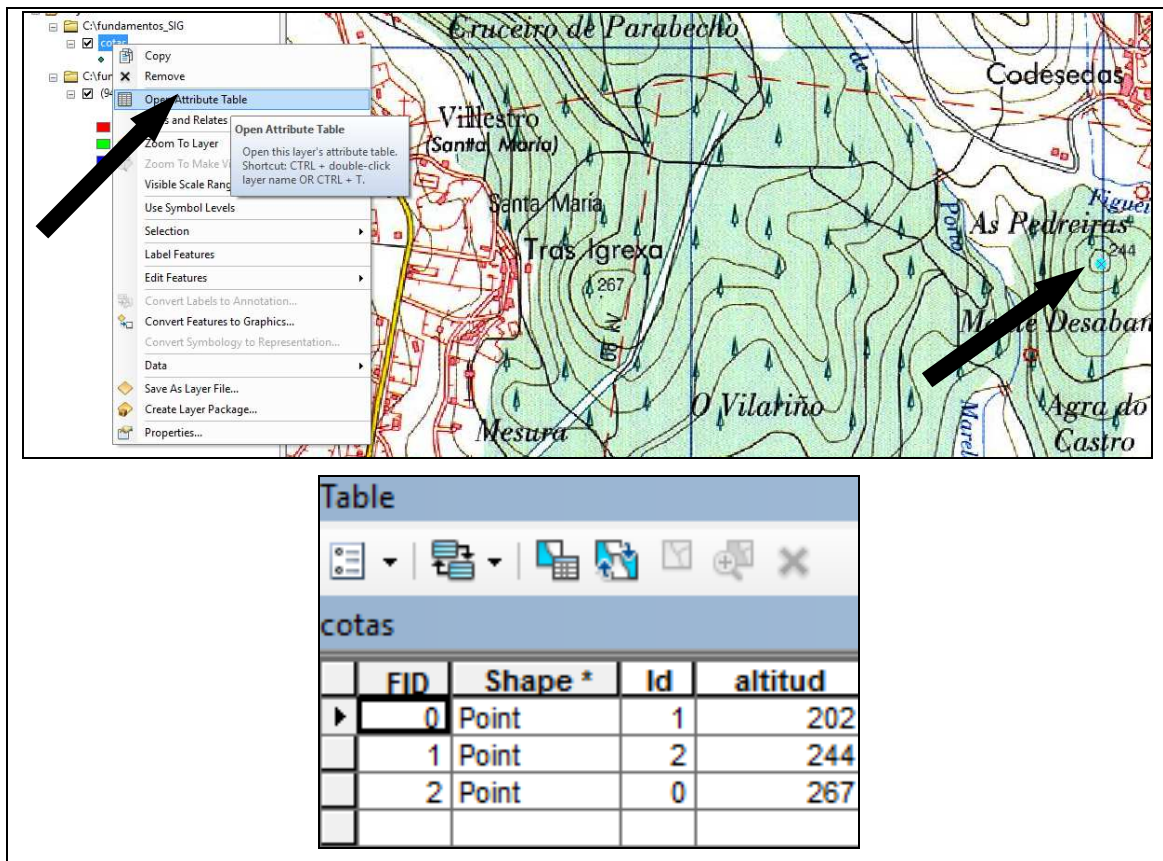


Figura 8.16. Digitalización de cotas e introducción de la altitud en la base de datos.

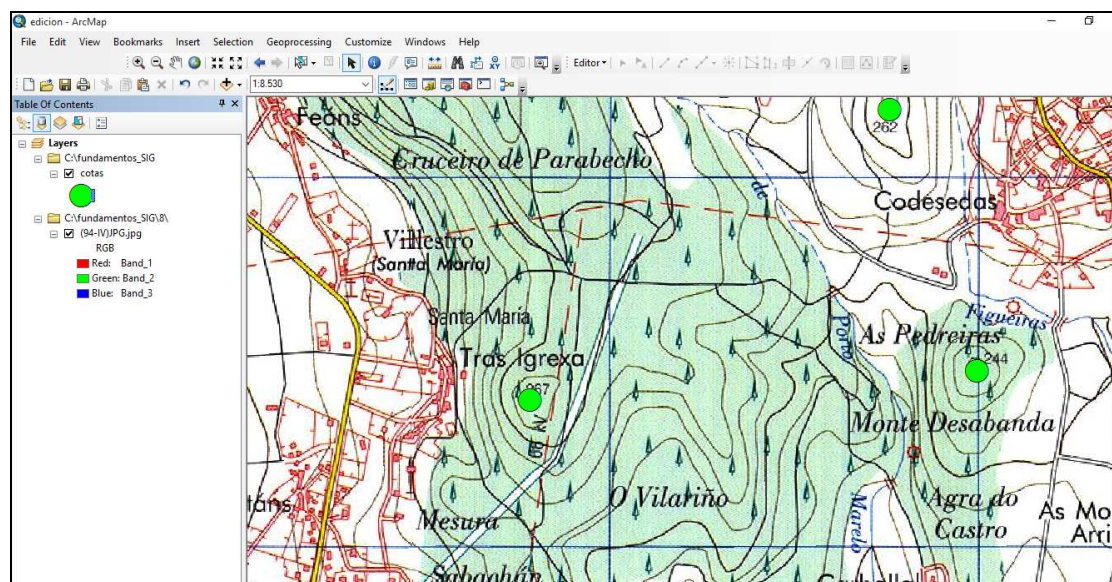



Figura 8.17. Parar de editar. Capa digitalizada.

Para eliminar puntos que sean generados por error, se selecciona el icono  de la barra Editor (bien un punto individual o crear una ventana con el puntero para seleccionar varios), y haciendo clic derecho se elige Eliminar (*Delete*) en el menú contextual que aparece.

En resumen, para generar una capa de puntos y digitalizar y editar en ella habría que:

- Crear la capa de puntos ("*cotas.shp*").
- Comenzar la edición.
- Crear una plantilla de entidades para esta capa (no es necesario ya que solo tenemos esta capa, si lo sería si tuviéramos varias; así que basta con pulsar encima del nombre de esta capa en la ventana *Crear entidades – Create features*).
- Dibujar puntos con la herramienta punto, editar, crear campos en la base de datos...
- Detener la edición de esta capa. Volver a abrirla cuando lo necesitésemos o siguiésemos con el trabajo, volver a editar...

Digitalización de líneas

Para digitalizar en una capa de líneas (previamente hay que crearla, como ya vimos, aunque en este caso será del tipo polilínea), habría que:

- Crear la capa, de tipo polilínea.
- Comenzar la edición
- Crear una plantilla de entidades para esta capa; seleccionar esta plantilla en la ventana de creación de entidades.
- Detener la edición.

Hay que elegir la herramienta de creación que se desee (normalmente la herramienta línea, si bien existen otras herramientas como rectángulo, círculo, etc.). Con la herramienta línea se van introduciendo los vértices de los segmentos de línea mediante el ratón.

Veamos un ejemplo. Dentro del proyecto de *ArcMap* denominado *edicion.mxd* es donde vamos a trabajar. Lo primero que vamos a hacer es crear una nueva capa, lineal, que se llame *viario.shp*. Recordemos que a este nuevo tema tendremos que ponerle unas coordenadas y que utilizaremos la que ya tiene definido este proyecto: *ETRS 1989 UTM Zone 29N*.

Debemos abrir *ArcCatalog*, explorar hasta la carpeta *C:/Fundamentos_SIG*, y haciendo clic con el botón derecho del ratón sobre ella, escogemos el menú: *New/Shapefile (Nuevo/Shapefile)*, como se aprecia en la figura 8.18 izquierda.

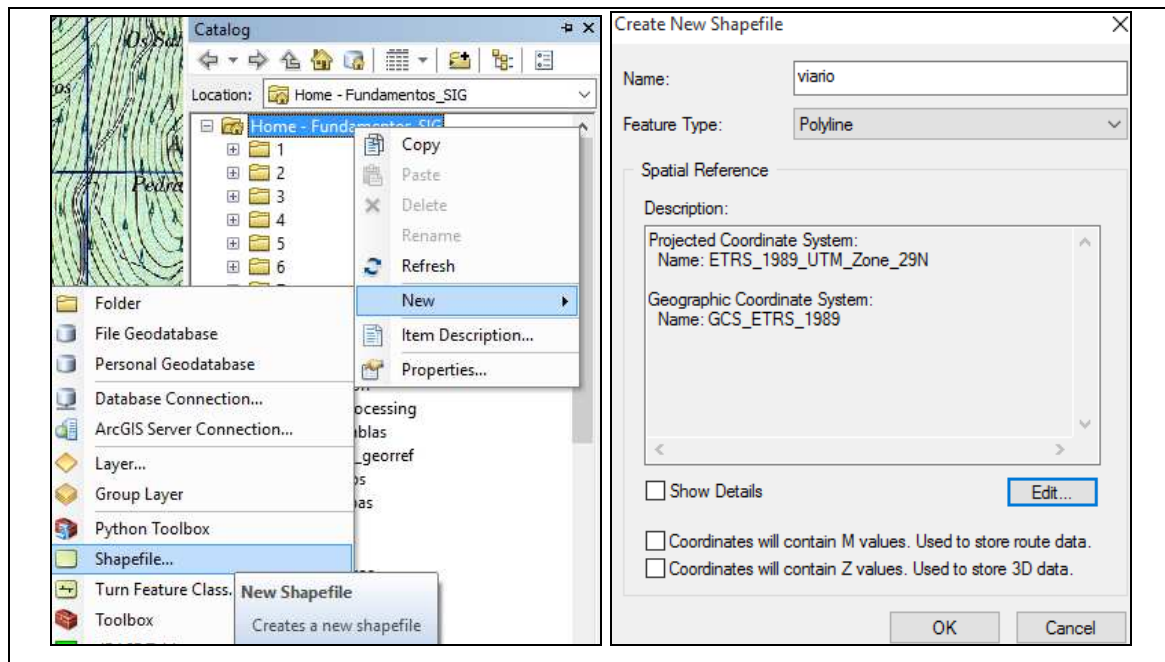


Figura 8.18. Creación de capa lineal.

En la ventana que se abre a continuación (figura 8.18, derecha) hay que ponerle el nombre a la nueva capa (viario), e indicar el tipo de elementos que contendrá, en este caso líneas (polilínea). Asignándole el sistema de coordenadas en el botón Edit (Editar).

Con la capa creada, vacía, que ya nos aparece en la tabla de contenidos, debemos iniciar una sesión de edición (*menú Editor\Comenzar edición; Editor\Start editing*). El último de los iconos de la barra de herramientas editor es la de *Crear Entidades (Create features)*, una vez que cliquemos sobre ella se abre una nueva ventana (su título es *Crear Entidades /Create Features*) en la que debemos señalar con un clic la capa que se desea editar, activándose en la barra editor los iconos apropiados para editar dicha capa.

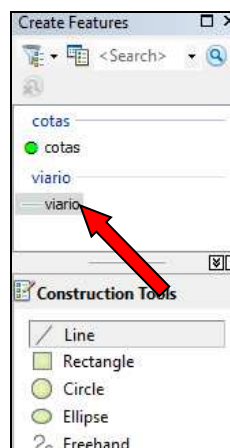


Figura 8.19. Elección de capa en la ventana Create Features.

Una vez creada la plantilla con la capa que queremos editar procedemos a dibujar las líneas sobre las carreteras existentes. Para ello utilizamos la opción *straight segment* /*segmento recto* para hacer líneas (figura 8.20), de manera que con cada clic haremos un segmento de línea hasta que decidamos acabar con un doble clic. Se genera entonces una línea que queda seleccionada con color azul para que sepamos que es el último tramo lineal creado, tal y como podemos ver en la figura 8.21.

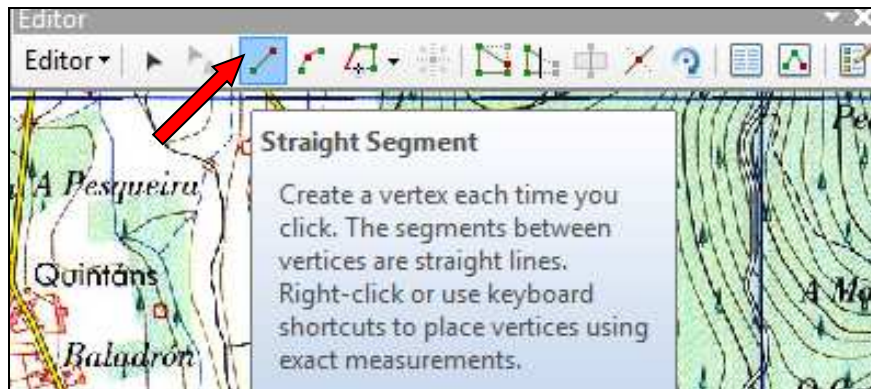


Figura 8.20. Straight segment.

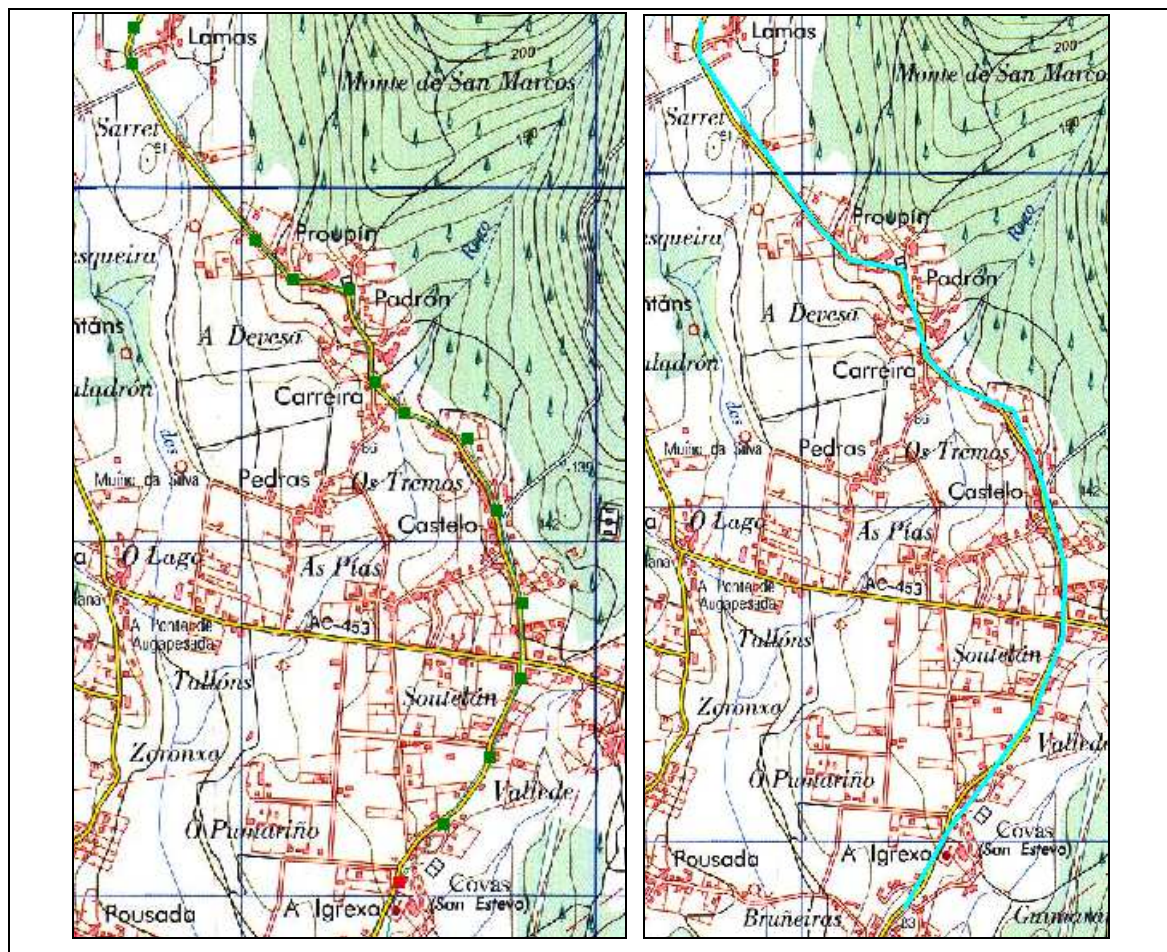


Figura 8.21. Digitalización de líneas.

A continuación, generamos una nueva línea dibujándola con la herramienta de crear líneas sobre la carretera transversal que cruza a la que acabamos de hacer. Una vez creada el resultado es el que vemos en la figura 8.22. Ahora tenemos dos carreteras (líneas) que se cruzan, pero *ArcMap* de momento no sabe que en el punto de cruce existe el mismo, sino que entiende que una línea está sobre la otra (como si hubiese un puente o un túnel en el lugar de cruce).

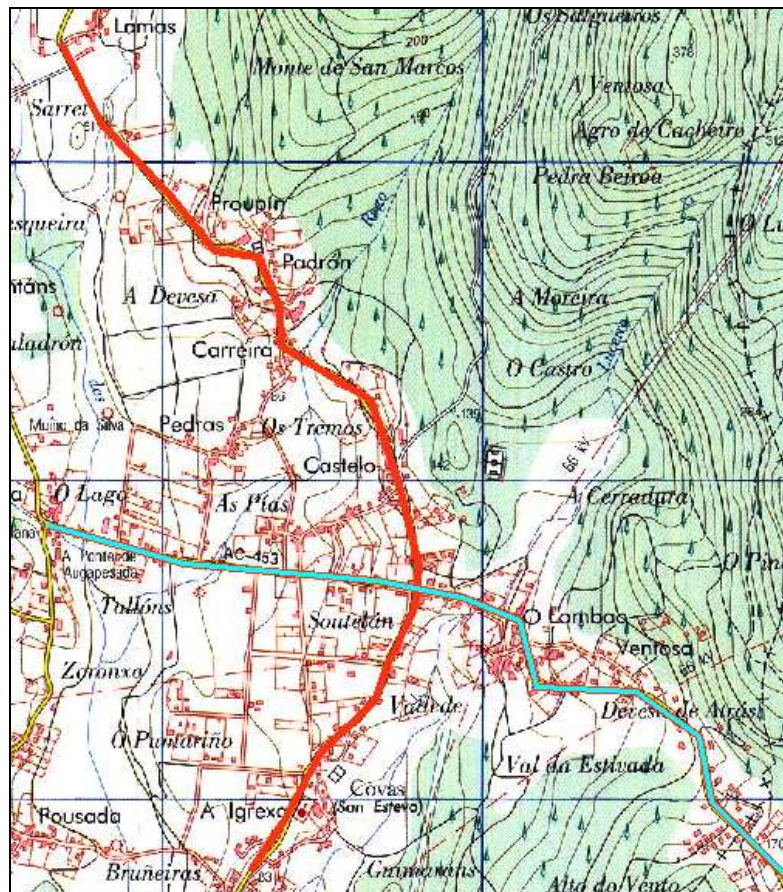


Figura 8.22. Digitalización de líneas.

Abrimos la base de datos del tema viario y procedemos a diferenciar cada uno de los dos viarios que tenemos numerándolos correlativamente en el *campo Id*, tal y como se puede ver en la figura 8.23:

viario			
	FID	Shape *	Id
▶	5	Polyline	0
	6	Polyline	0

➔

viario			
	FID	Shape *	Id
	5	Polyline	1
	6	Polyline	2
▶			

Figura 8.23. Base de datos de la capa viario.

Si queremos que *ArcMap* reconozca el cruce entre las dos líneas como tal debemos utilizar la herramienta de *división / split tool*, que se utiliza clicando sobre el icono correspondiente de la barra de herramientas Editor (figura 8.24).

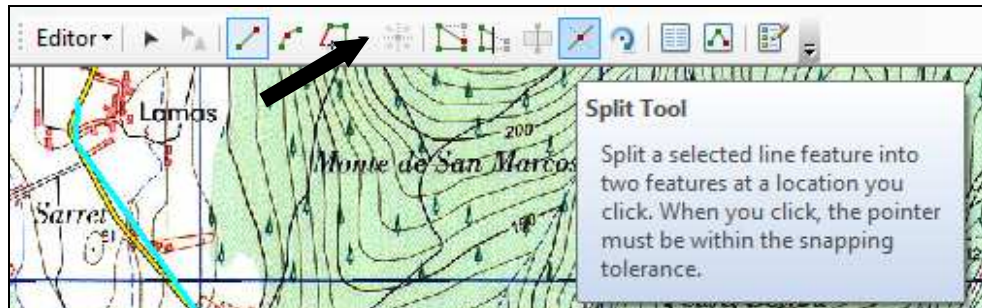


Figura 8.24. Split tool (herramienta de división).

Una vez elegida la herramienta hacemos clic sobre el punto de corte (lugar de cruce de ambas líneas), con una de las dos líneas seleccionadas (figura 8.25), sino no se producirá el corte, y se produce una división de las mismas en cuatro segmentos, cuestión que comprobamos mejor si abrimos la base de datos (figura 8.26).



Figura 8.25. Aplicación de la Split tool (herramienta de división).

En la base de datos podemos apreciar como una de las líneas se ha dividido en dos nuevas (figura 8.26), pues cuenta con el mismo identificador, en este caso se repite el 2. Si seleccionamos una de ellas vemos como son dos tramos en la vista espacial (figura 8.26). Cuando acabamos de manipular la capa procedemos a finalizar la edición (*Stop Edition*).

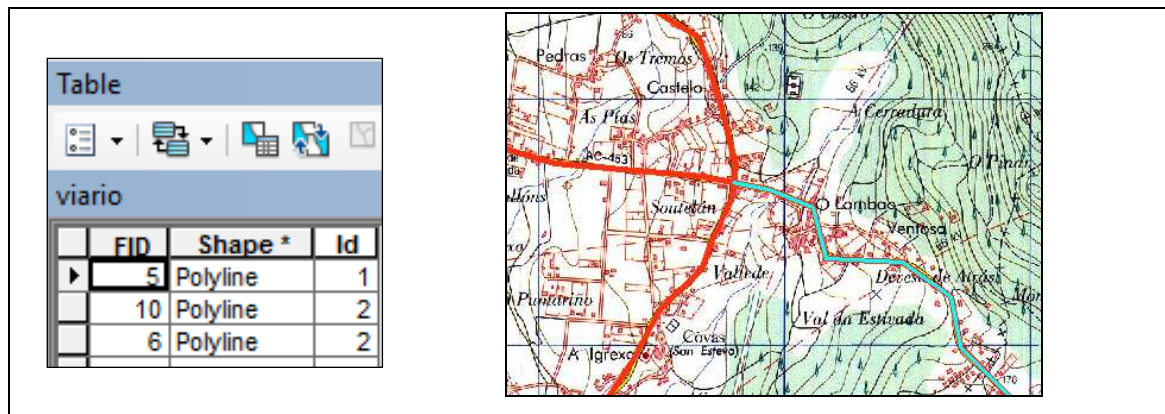


Figura 8.26. Resultado de la aplicación de la Split tool (herramienta de división).

Para dibujar con precisión, en el menú contextual que aparece al pulsar el botón derecho del ratón mientras se está digitalizando, existen distintas opciones (véase la tabla de la figura 8.27), para ajustar los vértices que se introducen, así como también la posibilidad de indicar coordenadas absolutas X, Y.

Opción del menú contextual	Acción
Ajustar a la Entidad	Ajustar a un elemento existente (a un vértice, punto final, o punto medio). Antes de elegir una opción, hay que acercarse al elemento existente al que se desea ajustarse
Dirección	Especifica una dirección mediante un ángulo. (el ángulo 0° es el Este)
Desviación	Especifica una dirección mediante un ángulo relativo al último segmento dibujado
Longitud	Especifica la longitud del nuevo segmento
Eliminar bosquejo	Borra toda la polilínea que se está dibujando
Finalizar bosquejo	Termina la polilínea (equivale a doble clic)

Figura 8.27. Opciones del menú contextual para digitalizar con precisión.

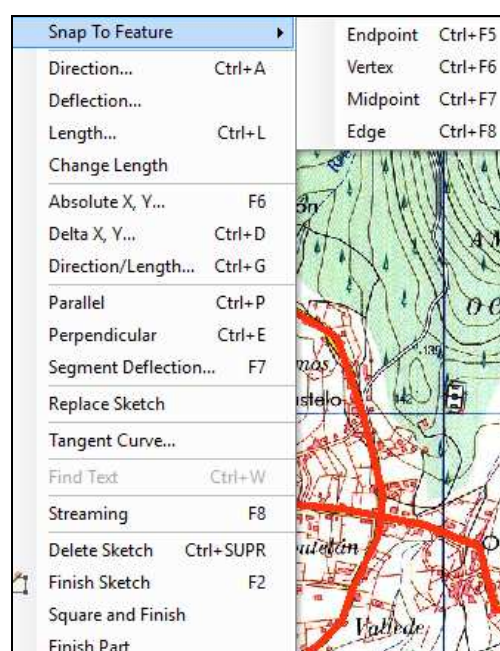


Figura 8.28. Opciones del menú contextual para digitalizar con precisión.

Cuando se sitúa el cursor sobre el elemento (línea) que se está digitalizando, aparece otro menú contextual que permite realizar otras operaciones como:

Opción del menú contextual	Acción
Eliminar vértice	Borra el vértice sobre el que se ha situado el cursor
Insertar vértice	Inserta un vértice en un segmento de la polilínea
Invertir	Cambia el sentido de una línea, cambiando los vértices inicial y final

Figura 8.29. Otras opciones del menú contextual para digitalizar con precisión.

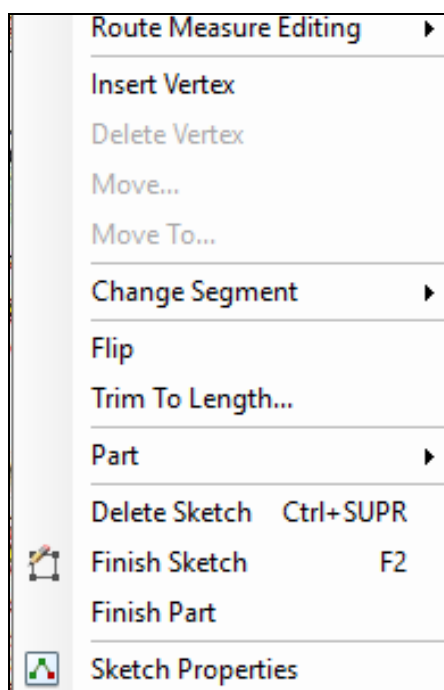


Figura 8.30. Otras opciones del menú contextual para digitalizar con precisión.

Digitalización de polígonos:

Los polígonos se dibujan igual que las líneas, introduciendo sus vértices haciendo clic con el ratón, y/o utilizando las opciones disponibles en los menús contextuales (botón derecho del ratón). Para finalizar un polígono hay que hacer doble clic con el ratón en el último vértice.

En el caso de los polígonos se pueden utilizar las opciones de dibujo con precisión presentes en el menú contextual que se indicó en la tabla del apartado anterior (figuras 8.27 y 8.28).

Ejemplo: generar polígonos en una nueva capa que llamaremos *edificios.shp* dibujándolos sobre el mapa topográfico de Santiago de Compostela. Para realizar este ejercicio procedemos como ya hemos aprendido en los dos ejemplos anteriores de puntos y de líneas, generando un nuevo *shapefile*, en este caso de tipo poligonal,

desde *ArcCatalog* (figura 8.31). No debemos olvidarnos de darle las coordenadas que tiene el mapa topográfico que usaremos de base.

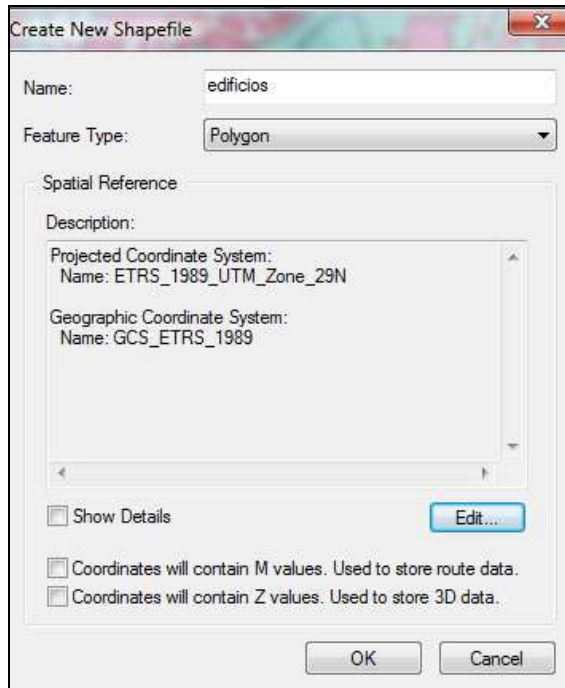


Figura 8.31. Creación de shapefile poligonal.

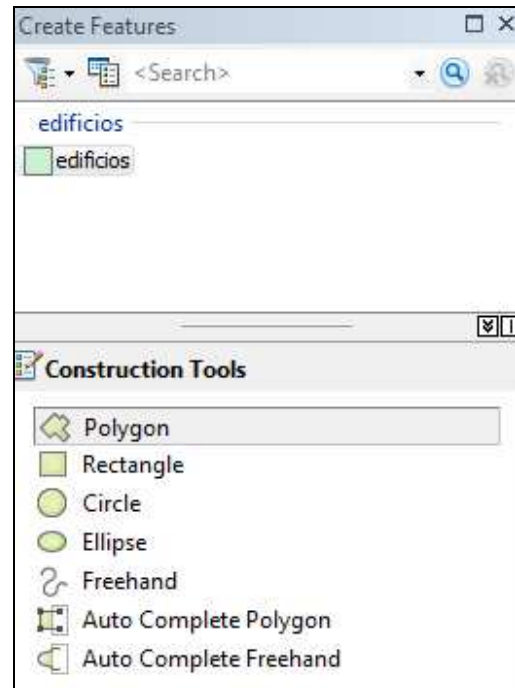


Figura 8.32. Create features: edificios.

A continuación comenzamos una sesión de edición. Y en la herramienta de *Create Features* (*Crear Entidades*) señalamos la capa con la que trabajaremos, en este caso *polígonos.shp*, eligiendo en la parte inferior de la ventana el tipo de polígono con el que queremos trabajar (para empezar, con un polígono irregular, como se aprecia en la figura 8.32).

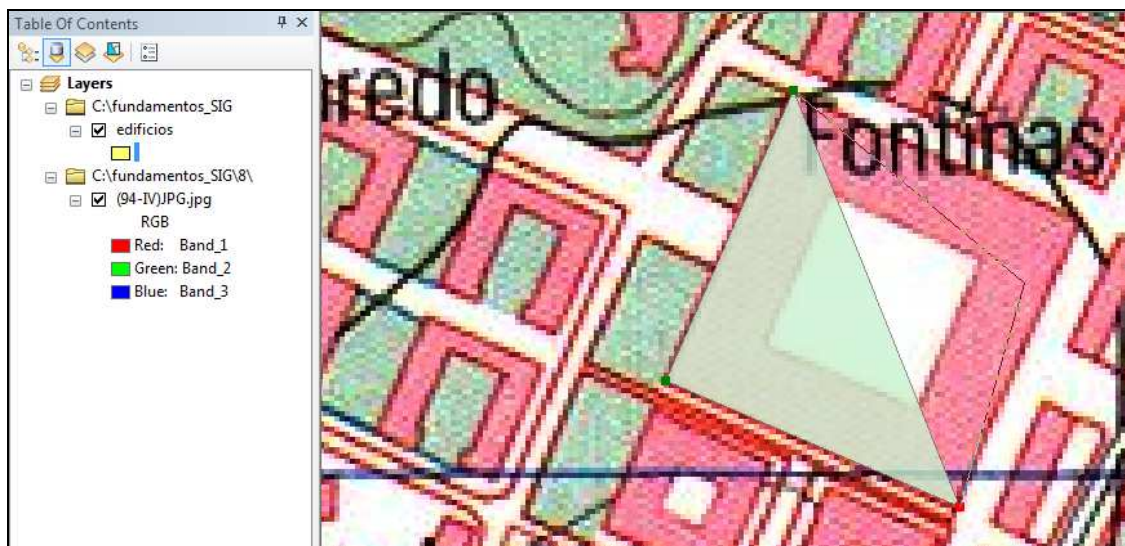


Figura 8.33a. Dibujo de polígono.

En el proyecto *edicion.mxd* nos situamos en el extremo este de la capa que contiene el mapa topográfico de Santiago de Compostela (*94_IV.jpg*), en el barrio de Fontiñas, para proceder a digitalizar edificios existentes y crear otras figuras nuevas como veremos a continuación. Comenzamos dibujando con la herramienta polígono que acabamos de escoger. Lo hacemos sobre el edificio que en este barrio de Santiago alberga el centro comercial Área Central, que tiene un hueco en su centro a modo de claustro (figuras 8.33a y 8.33b).

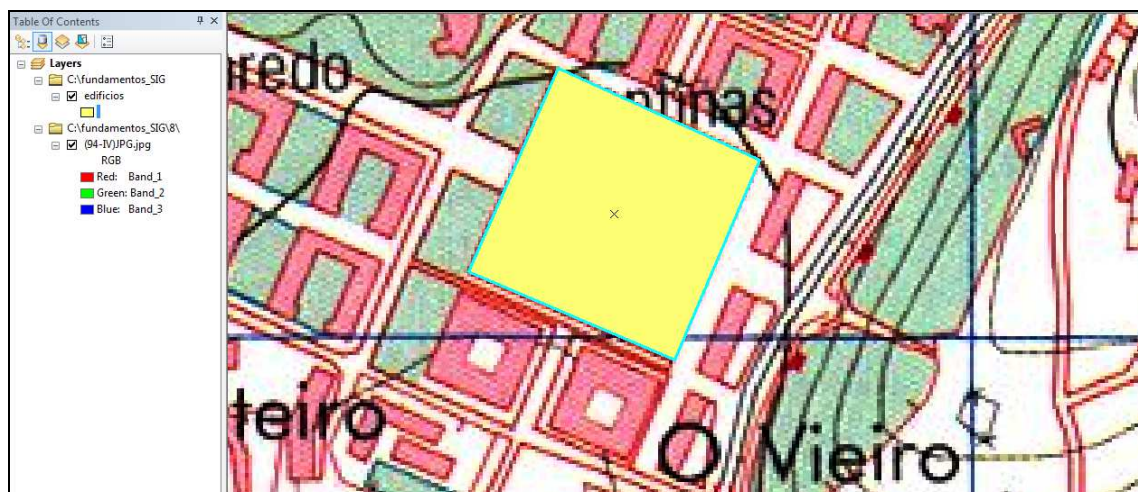


Figura 8.33b. Dibujo de polígono.

Una vez hecho el edificio tenemos que dibujar el hueco de su interior, de manera que lo primero que hacemos es poner transparente el tema edificios, para poder ver su interior (figura 8.34):

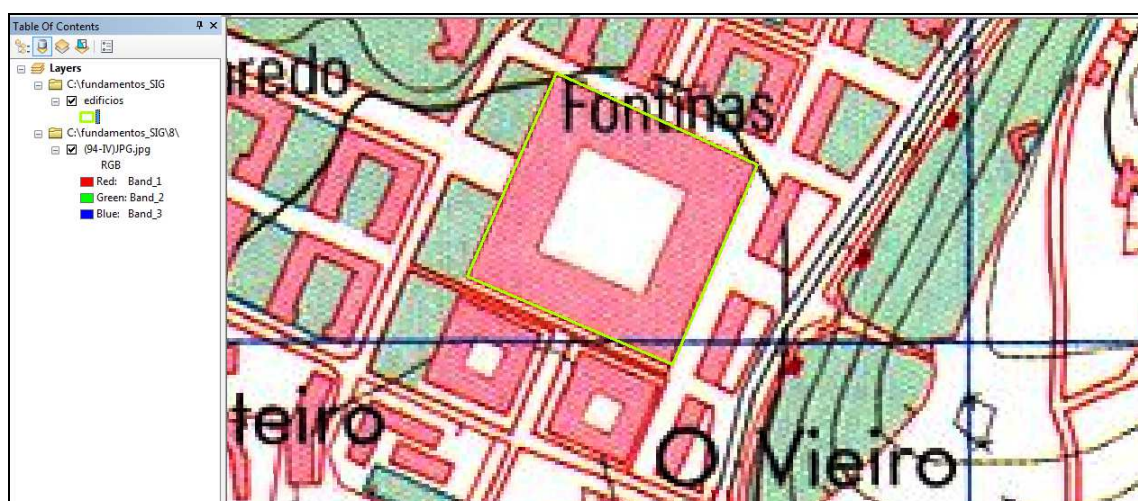


Figura 8.34. Aplicación de transparencia al polígono.

Dibujando luego un segundo polígono que ocupe el claustro del edificio (figura 8.35).

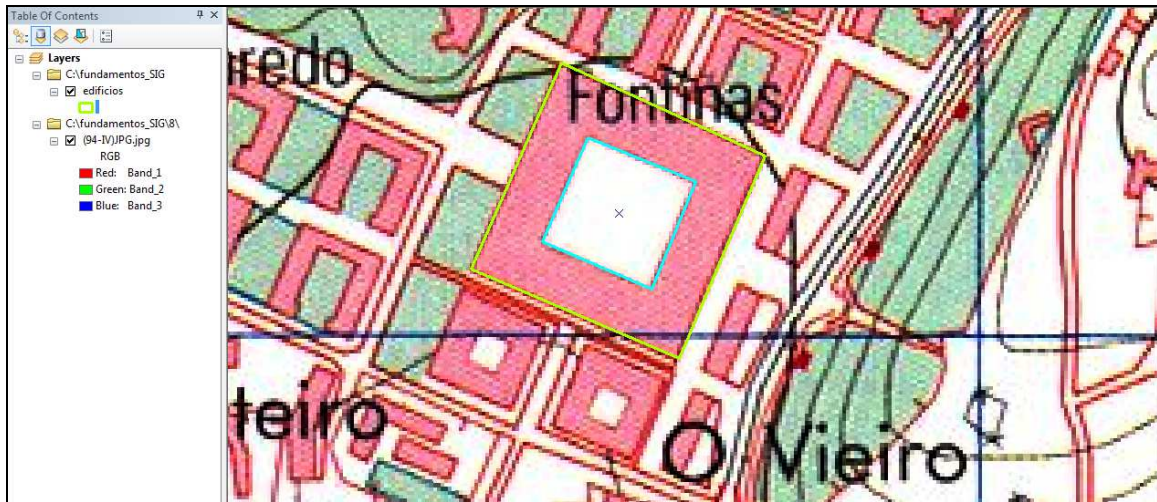


Figura 8.35. Dibujo de un segundo polígono en el interior del primero.

Lo que tenemos que hacer a continuación es conseguir que ese nuevo polígono que acabamos de generar sirva como elemento de corte (un clip como el que vimos en el geoprocessing) del polígono que generamos en primer lugar, de manera que sirva para tener un polígono que quede hueco justo donde se ubica el claustro.

Para ello, lo que debemos hacer es utilizar una función de clip que tenemos en la herramienta editor (figura 8.36), y dejar marcada la opción *"Discard the area that intersects"* (figura 8.37, izquierda), porque así en la capa fuente (el primer polígono) se "recorta" la parte del claustro y se deshecha.

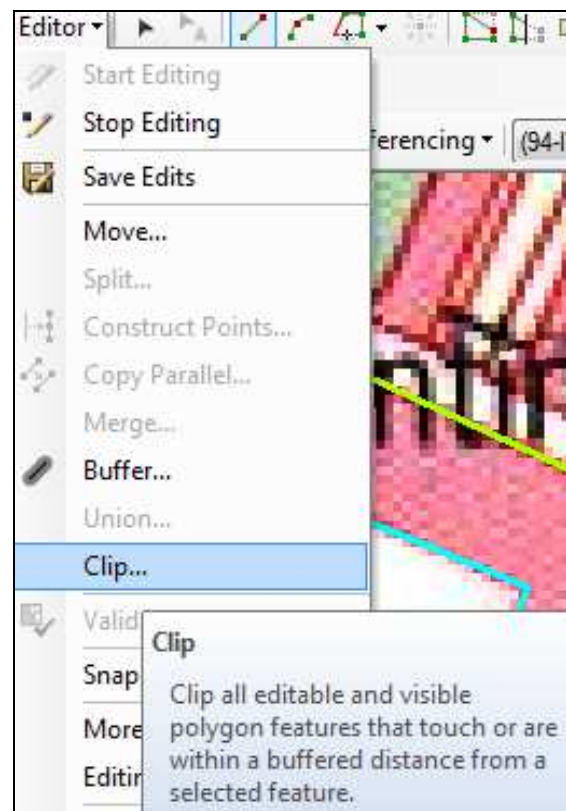


Figura 8.36. Editor/Clip

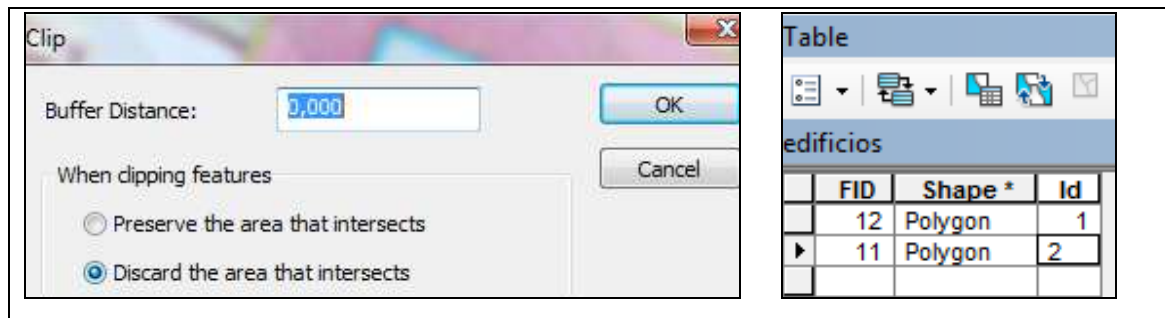


Figura 8.37. Clip y base de datos resultante.

Al realizar el clip tenemos, como es lógico, dos polígonos. Si en la base de datos les damos un identificador unívoco a cada uno (valor 1 y 2, respectivamente, figura 8.37, derecha), y posteriormente los representamos como una leyenda de valor único, podemos comprobar como cada uno aparece en nuestro mapa (vista espacial) con un color diferente (figura 8.38). A partir del resultado podemos comprobar como cuando hicimos el clip desapareció el espacio común.

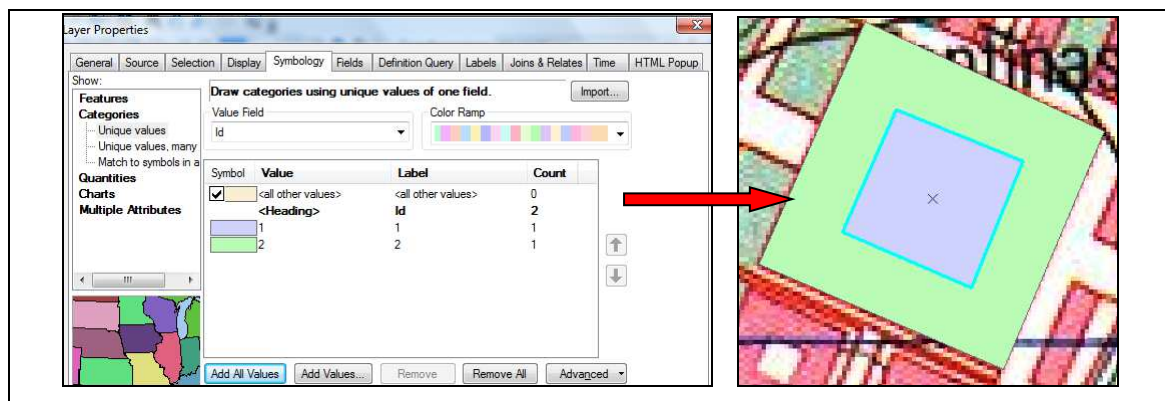


Figura 8.38. Clip y base de datos resultante.

Para quedarnos con el polígono tal y como está en el mapa topográfico que tenemos por debajo, debemos seleccionar el polígono resultante del clip, y una vez seleccionado hacemos clic en el botón suprimir o borrar (*delete*) de nuestro teclado, al estar en modo edición nos borra ese último elemento creado, con la opción de desechar la parte común de ambos. Así nos queda el primer polígono que digitalizamos, pero con un agujero en

medio (el claustro), exactamente como queríamos digitalizar (figura 8.39).

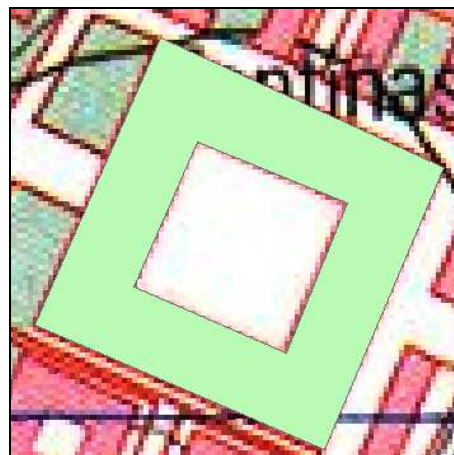


Figura 8.39. Resultado final.

A continuación, generamos un edificio rectangular, otro circular y otro más poligonal, dibujándolos encima de los que están en el mapa topográfico. Utilizando la ventana de *Crear Entidades* y eligiendo en ella el tipo de elemento a dibujar, como podemos ver en la figura 8.40.

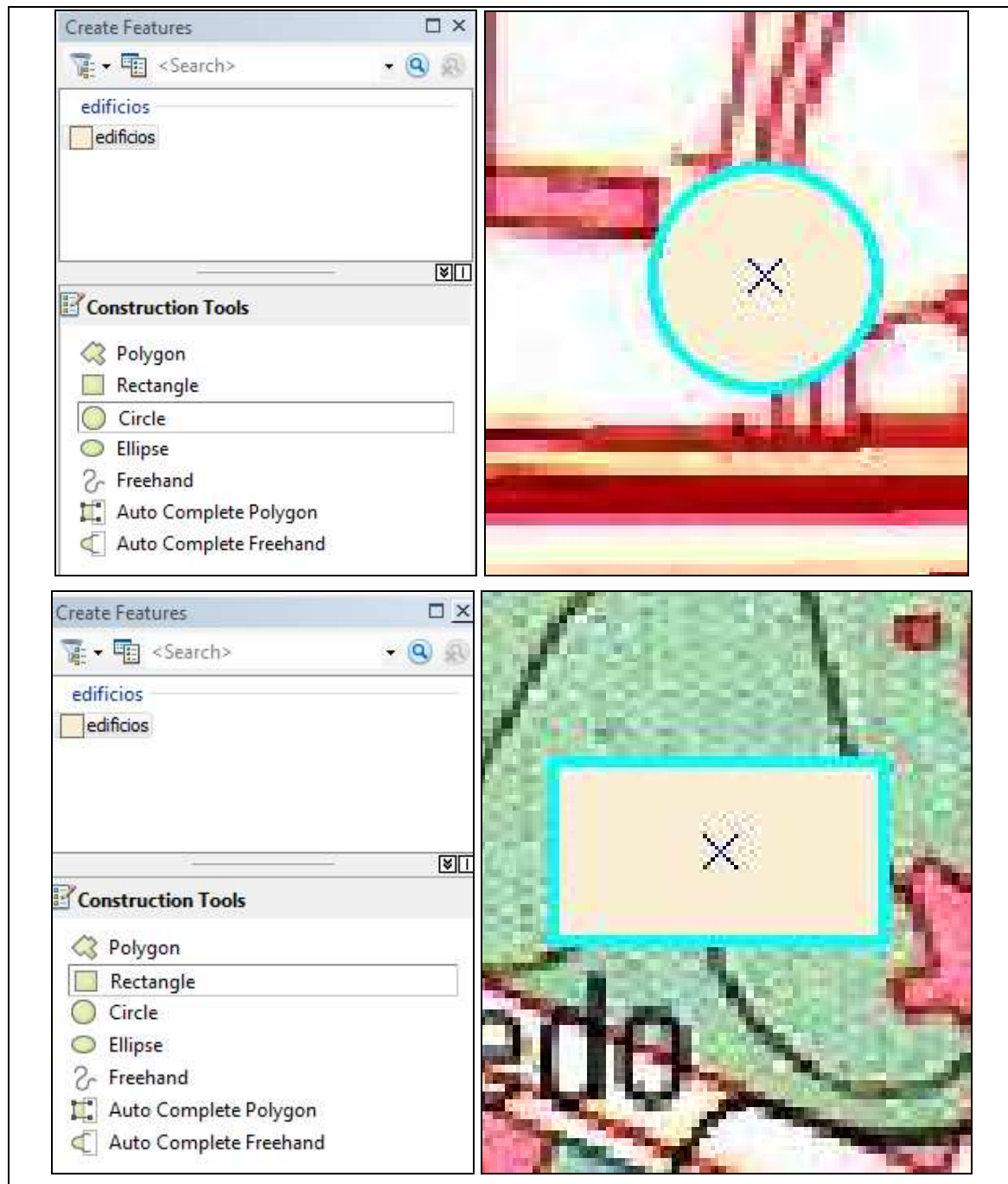


Figura 8.40. Generación de un círculo y un polígono regular

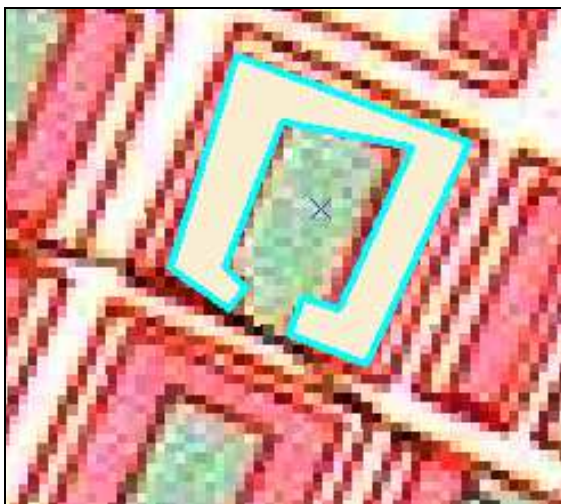


Figura 8.41. Creación de polígono irregular.

Este último (figura 8.41) lo hemos creado con algún defecto en cuanto a los vértices (no están bien ajustados a los que existen en el polígono que nos sirvió de modelo). Podemos corregir un polígono ajustando sus vértices. Para ello utilizamos dentro de la herramienta *Editor* la denominada *Edit Tool*, señalada en la figura 8.42)

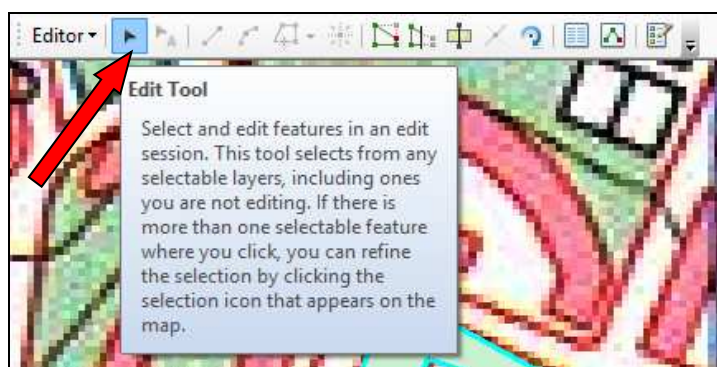


Figura 8.42. Creación de polígono irregular.

Y a continuación haciendo clic con el botón derecho sobre el polígono sobre el que queremos hacer modificaciones se abre una ventana en la que una de las opciones es editar vértices (*Edit Vertices*, figura 8.43), si la escogemos, se nos habilita una nueva barra de herramientas sobre el espacio de trabajo (figura 8.44), que permite agregar o borrar vértices, modificar los existentes, continuar digitalizando el polígono...

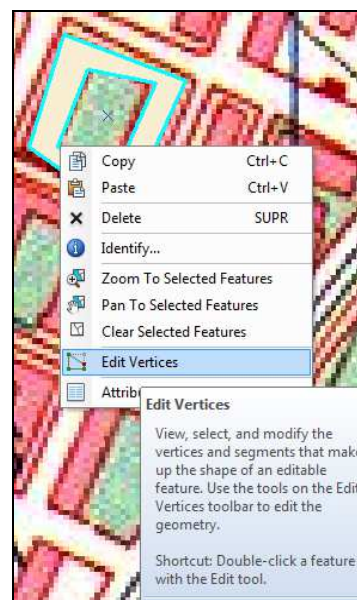


Figura 8.43. Edit vertices.



Figura 8.44. Editar vértices.

Poniéndonos sobre uno de los segmentos del polígono podemos insertar más vértices o borrar alguno, y si nos ponemos encima de un vértice podemos moverlo e ir corrigiendo las posiciones, para adecuar más el dibujo al modelo que tenemos debajo. Y cuando acabemos de mover un vértice, crear los que necesitemos, etc., hacemos doble clic al acabar (figura 8.45).

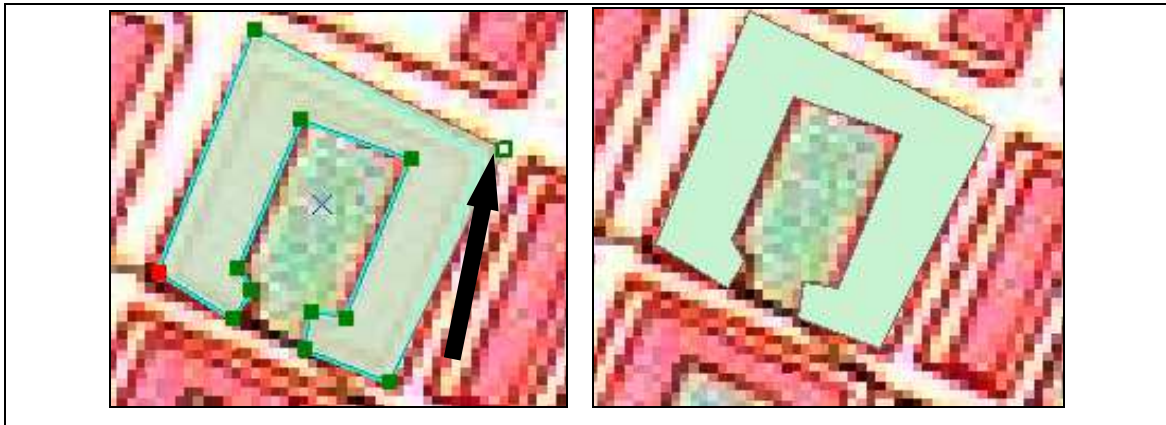


Figura 8.45. Editando vértices.

Se pueden realizar varias operaciones más, como *cortar un polígono para convertirlo en dos* (*Cut Polygons Tool*, figura 8.46). Para ver cómo funciona esta herramienta primero abrimos la base de datos y asignamos un número a cada polígono creado, este último es el 4, al proceder a cortarlo en dos con esta nueva herramienta, veremos después de realizarlo que se han convertido en dos en la vista (figura 8.47, izquierda) y que en la base de datos se ha duplicado el registro 4 (figura 8.47, derecha).

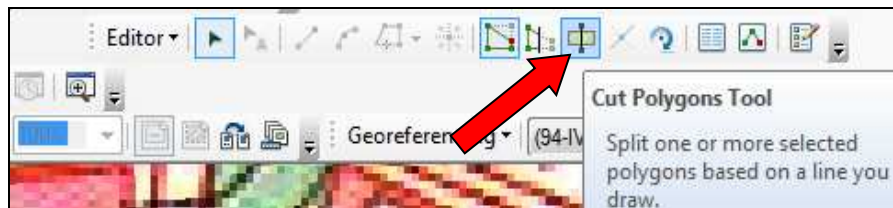


Figura 8.46. Cortar un polígono para convertirlo en dos (cut polygons tool).

Para utilizar esta herramienta la habilitamos en el icono *Editor*, luego hacemos clic en el punto inicial por donde queremos hacer el corte y vamos haciendo tantos clics como vértices queramos que tenga la línea de corte, finalizándola con un doble clic.

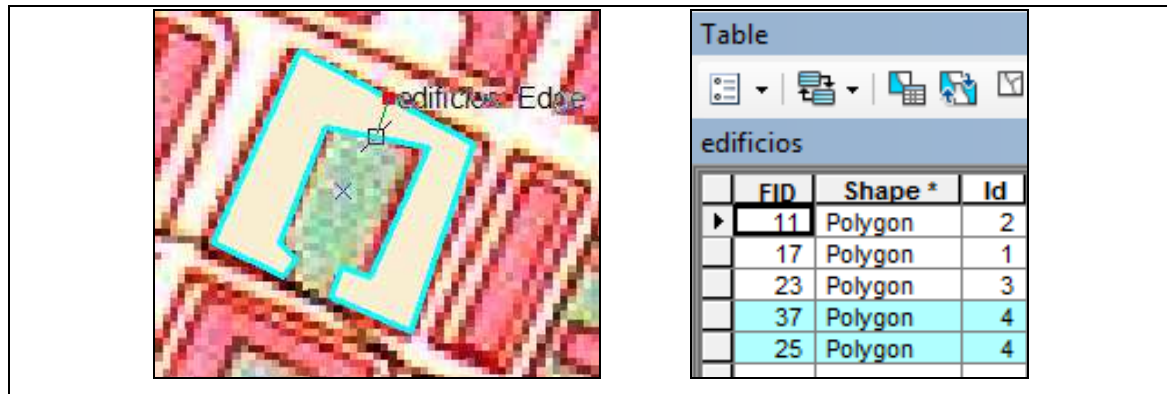


Figura 8.47. Cortar un polígono para convertirlo en dos (cut polygons tool). Resultado espacial y en la base de datos asociada

Si a uno de ellos le cambiamos en el cuatro en el campo *Id* por un cinco y representamos este tema de edificios por una leyenda de valor único (figura 8.48) vemos como son realmente dos edificios diferentes (que comparten medianera).

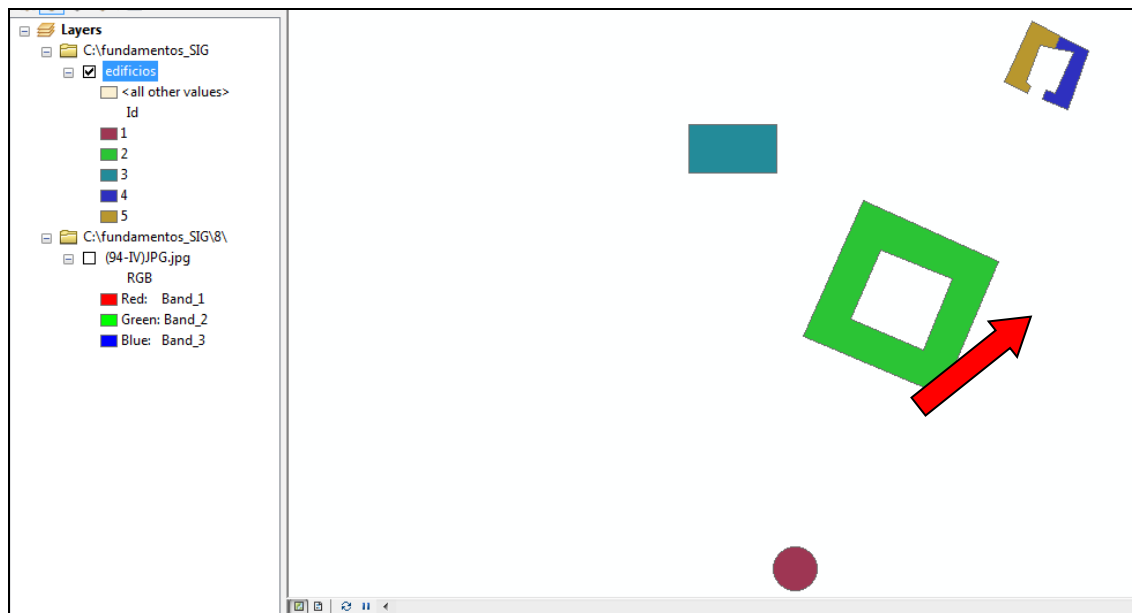


Figura 8.48. Leyenda de valor único aplicada a la capa edificios recién creada.

Cuando acabamos de crear la capa *edificios.shp* debemos finalizar la edición (*Stop editing*).

2.- Cálculo de geometría: áreas, coordenadas y perímetros.

Es posible obtener automáticamente estos parámetros: área de polígonos, perímetros de polígonos o de polilíneas, y coordenadas de puntos.

a) Cálculo de áreas:

Para calcular el área de los polígonos de una capa de polígonos:

-La capa debe tener establecido el sistema de coordenadas. Si no lo tiene establecido deberemos ponérselo nosotros. Para ello, desde *ArcCatalog* seleccionamos la capa a la que queremos ponerle las coordenadas, y con el botón derecho del ratón hacemos clic sobre propiedades /propiedades. En la ventana que se abre en la pestaña *XY Coordinate System /Sistema de Coordenadas XY*, establecemos las coordenadas (figura 8.49).

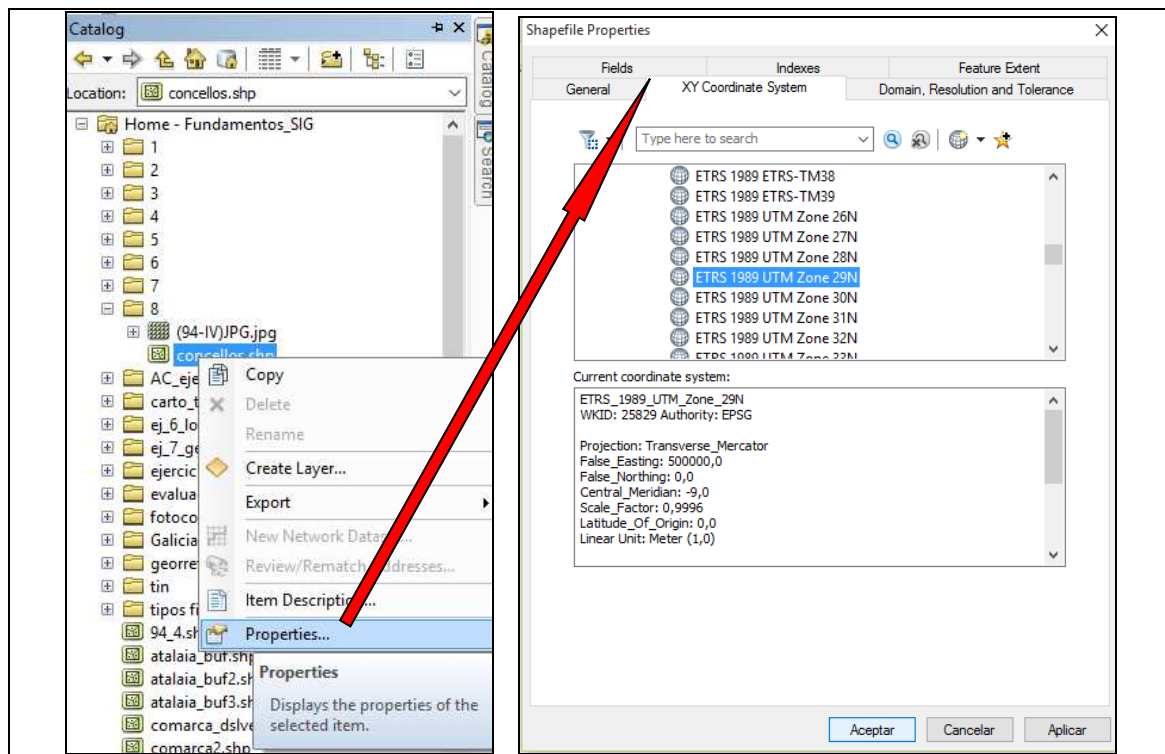


Figura 8.49. Establecimiento de coordenadas desde *ArcCatalog*.

Podemos comprobar cómo ahora la capa si tiene establecido el sistema de coordenadas. Para ello, en la tabla de contenidos de *ArcMap* pulsamos con el botón derecho sobre el tema en cuestión y en propiedades vemos en la pestaña *Source /Fuente, Fuente de datos (Data Source)* que efectivamente está establecido el sistema de coordenadas que acabamos de definirle con *ArcCatalog* (figura 8.50).

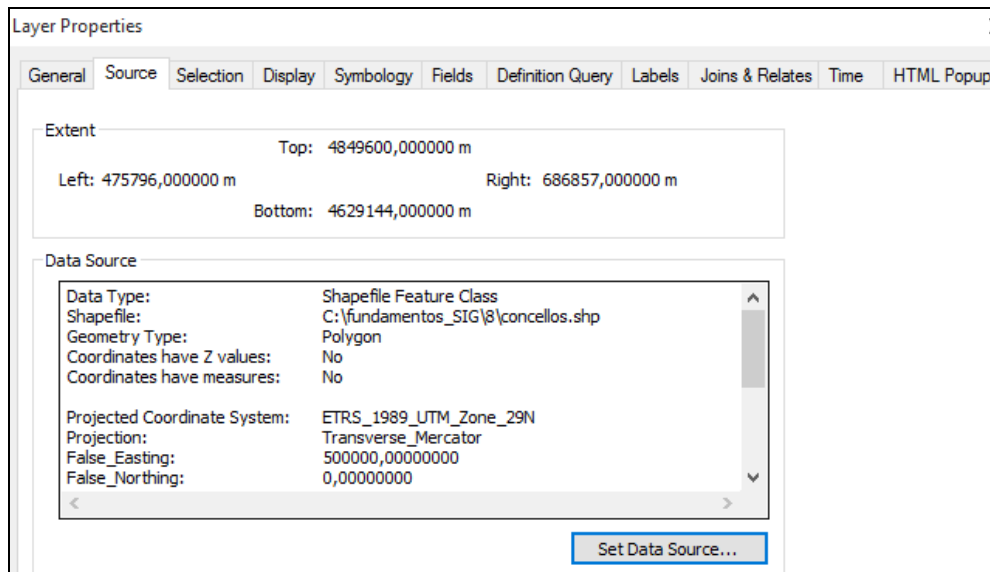


Figura 8.50. Comprobación en ArcMap de las coordenadas de la capa.

- Crear un nuevo campo llamado AREA en la tabla. Para ello pulsar clic derecho sobre la capa y seleccionar *Abrir Tabla de Atributos (Open Attribute Table)* y en el botón *Opciones de Tabla (Table Options)* seleccionar *Agregar campo (Add field)...*, el tipo de campo *Doble*.
- Empezar la edición (*Start editing / Comenzar la edición*) de la capa en la barra de herramientas *Editor*.
- Pulsar clic con el botón derecho sobre el nombre AREA donde nos aparece un menú desplegable, en él elegir *Calcular geometría*. Hay que elegir la propiedad que se desea calcular (en este caso el área), el sistema de coordenadas, y las unidades.
- Finalizar la edición (*Stop editing / Detener la edición*) en la barra de herramientas *Editor*.

Procedemos a realizarlo en la capa *concellos.shp* que se encuentra en la *carpeta 8*. Si no tuviese establecido el sistema de coordenadas sería lo primero a hacer, desde *ArcCatalog*, como acabamos de ver. Después de ello, en su tabla de atributos añadimos un nuevo campo, denominado *AREA*, de tipo *DOBLE*, precisión 12, escala 2 (figura 8.51).

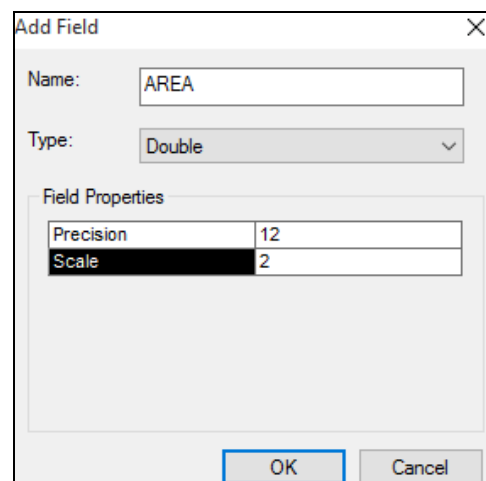


Figura 8.51. Añadir campo

Realizamos a continuación el cálculo del área (figura 8.52). Pulsamos con el botón derecho sobre el campo área, y en calcular geometría escogemos la propiedad (*Property*) Area, establecemos las unidades en que nos calculará el área (en nuestro caso escogemos kilómetros cuadrados). Y el resultado es el campo cubierto con la superficie de cada municipio en km² (figura 8.53). Debemos acordarnos de cerrar la sesión de edición cuando finalicemos.

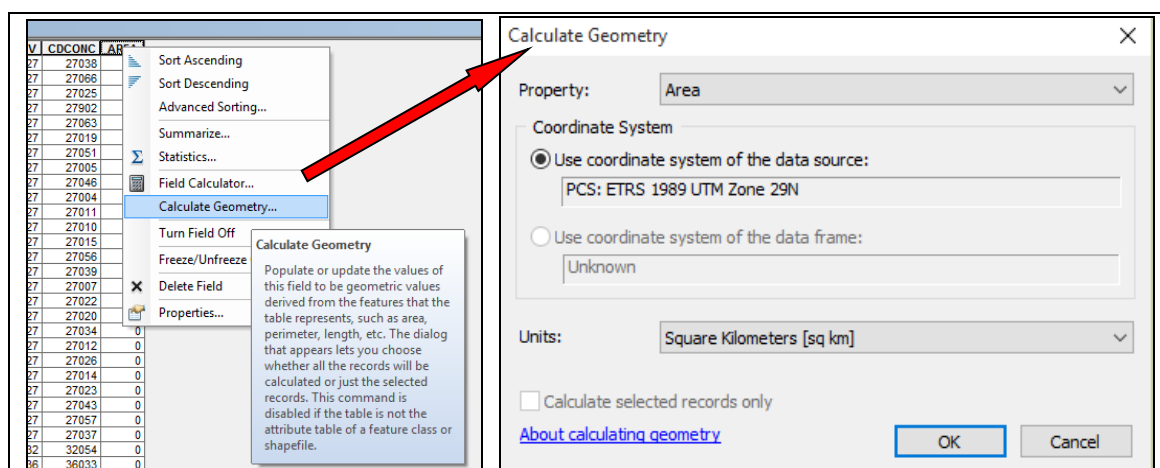


Figura 8.52. Calcular geometría.

Table							
concellos							
	FID	Shape *	CDCOM	NOME	CDPROV	CDCONC	AREA
	0	Polygon	21	OUROL	27	27038	142,85
	1	Polygon	21	VIVEIRO	27	27066	109,12
	2	Polygon	21	XOVE	27	27025	89,32
	3	Polygon	20	BURELA	27	27902	7,7
	4	Polygon	20	VALADOURO (O)	27	27063	110,48
	5	Polygon	20	FOZ	27	27019	101
	6	Polygon	22	RIBADEO	27	27051	109,12
	7	Polygon	22	BARREIROS	27	27005	72,44
	8	Polygon	26	POL	27	27046	125,88
	9	Polygon	19	BALEIRA	27	27004	168,44
	10	Polygon	25	CASTROVERDE	27	27011	174,43
	11	Polygon	30	CASTRO DE REI	27	27010	175,68
	12	Polygon	30	COSPEITO	27	27015	145,66

Figura 8.53. Nuevo campo con el área calculada.

Una manera alternativa y más directa de calcular áreas es mediante la herramienta *Calcular Áreas* de *ArcToolbox* (figura 8.54), que se encuentra en *\ArcToolbox\ Herramientas de estadística espacial\Utilidades\Calcular áreas* (*\ArcToolbox\ Spatial Statistics Tools\ Utilities\Calculate areas*). Con ella, el campo con las áreas se genera automáticamente y en una capa nueva. Ahora bien, el resultado es en metros cuadrados (figura 8.55). Si lo queremos en Km² debemos utilizar la

calculadora de campos y tras generar un nuevo campo (o recalcularlo sobre el mismo en el que maparece el área) dividir el resultado del área en m² entre 1.000.000, apareciendo así la superficie en km² en la tabla de atributos.

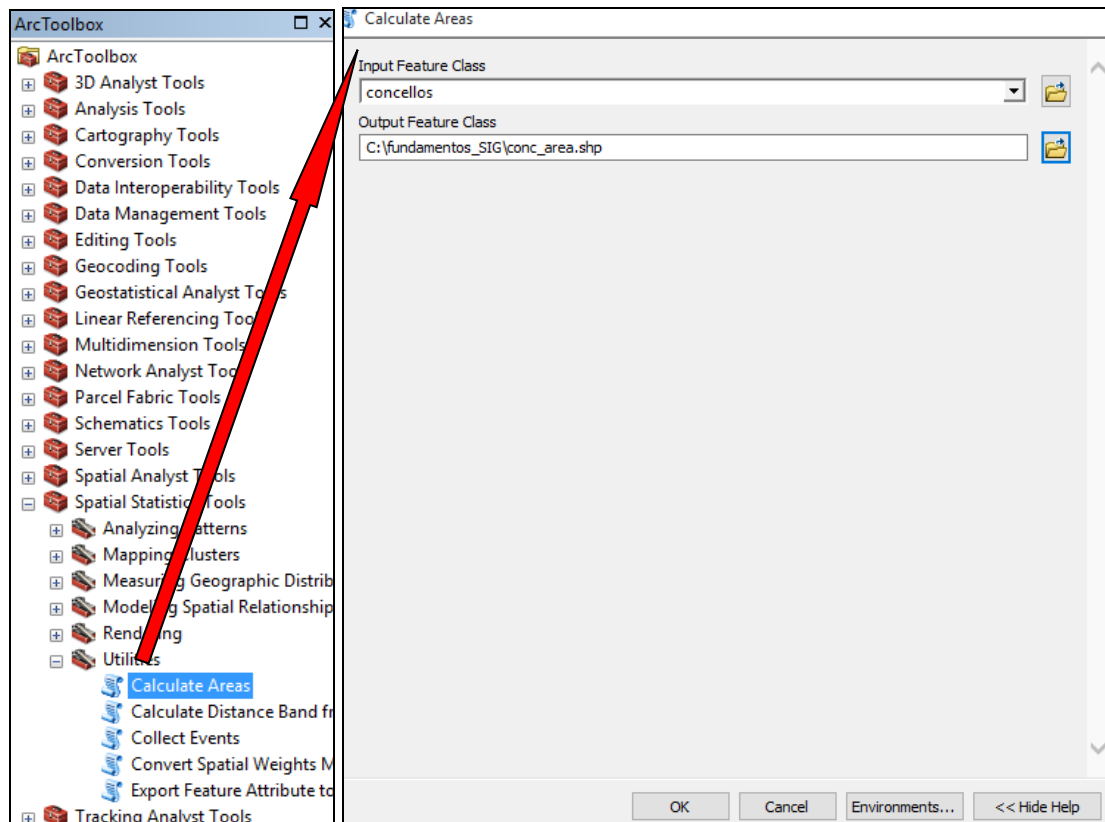


Figura 8.54. Cálculo de área desde ArcToolbox.

Table								
conc_area								
FID	Shape *	CDCOM	NOME	CDPROV	CDCONC	AREA	F AREA	
0	Polygon	21	OUROL	27	27038	142,8	142854523,5	
1	Polygon	21	VIVEIRO	27	27066	122,12	109121855,889	
2	Polygon	21	XOVE	27	27011	89,32	89322620,5	
3	Polygon	20	BURELA	27	27902	7,7	7703674,5	
4	Polygon	20	VALADOURO (O)	27	27063	110,48	110478733,5	
5	Polygon	20	FOZ	27	27019	101	101003067,5	
6	Polygon	22	RIBADEO	27	27051	109,12	109120666	
7	Polygon	22	BARREIROS	27	27005	72,44	72437333	
8	Polygon	26	POL	27	27046	125,88	125879449,5	
9	Polygon	19	BALEIRA	27	27004	168,44	168441506,5	
10	Polygon	25	CASTROVERDE	27	27011	174,43	174431746,5	

Figura 8.55. Resultado en m2 del cálculo de área desde ArcToolbox.

b) Cálculo del perímetro:

Para calcular el perímetro de los polígonos de una capa de polígonos se procede igual que en el apartado del cálculo de Áreas, pero a la hora de elegir la propiedad al escoger la opción calcular geometría debemos señalar perímetro (figura 8.56, derecha):

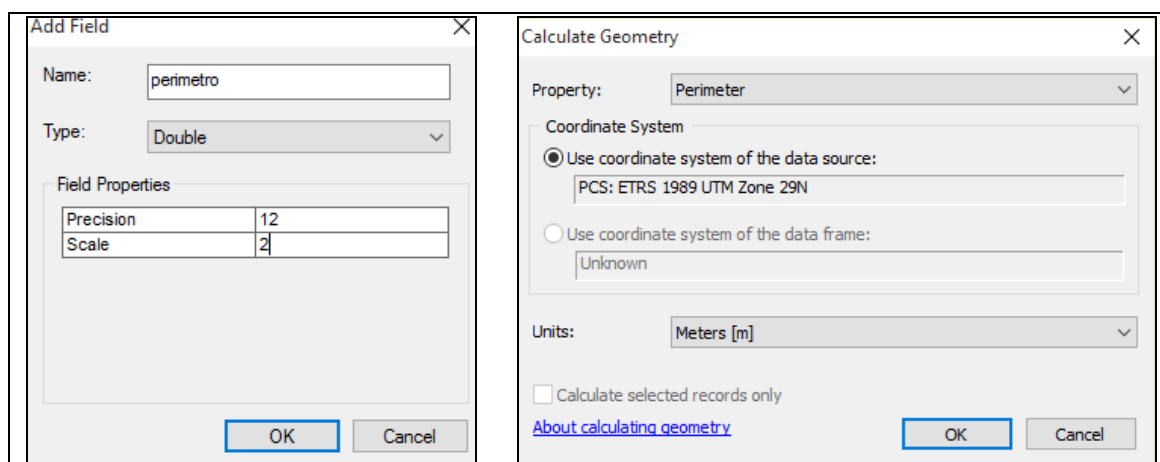


Figura 8.56. Cálculo del perímetro.

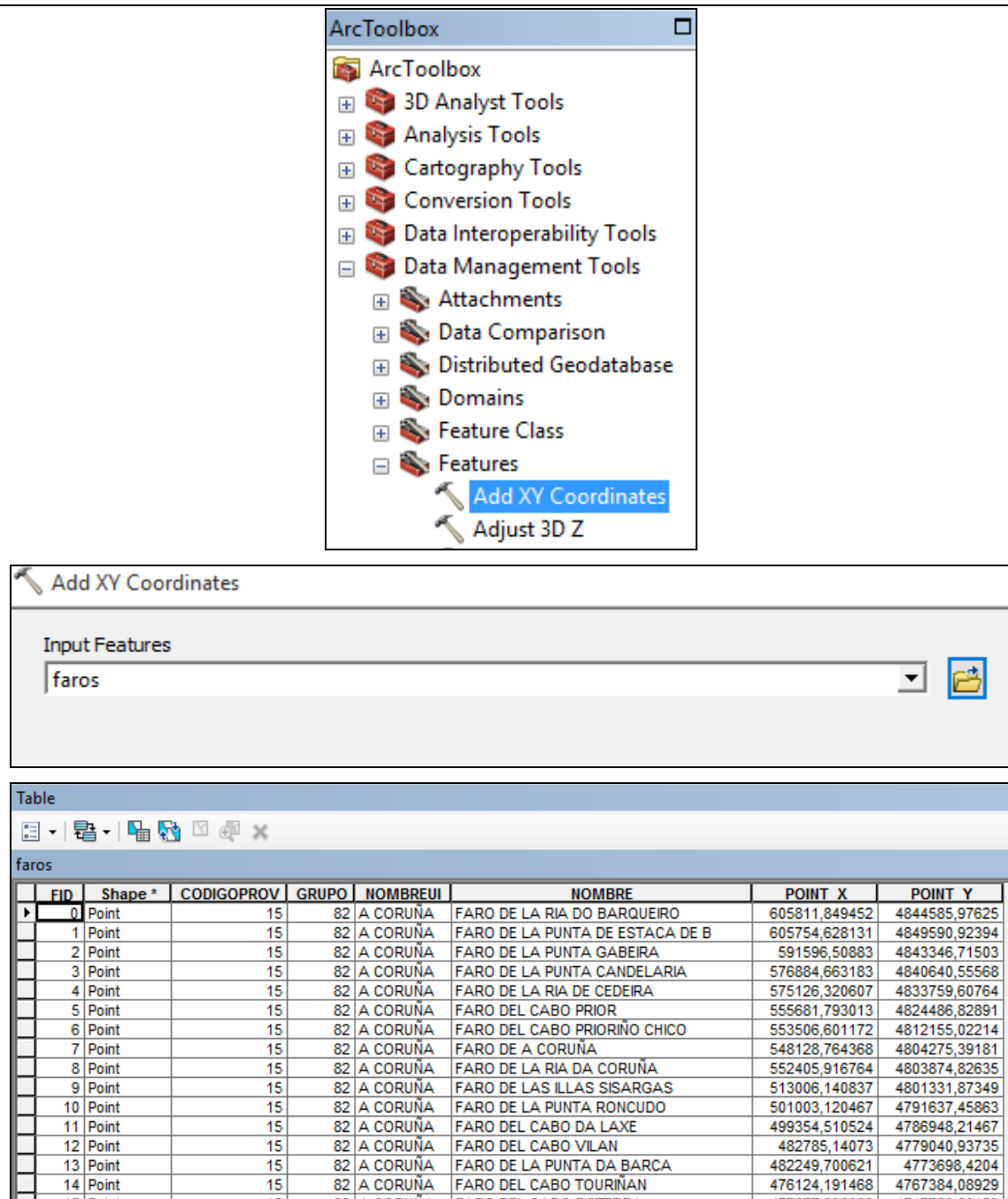
concellos							
FID	Shape *	CDCOM	NOME	CDPROV	CDCONC	AREA	perimetro
0	Polygon	21	OUROL	27	27038	142,85	74925,89
1	Polygon	21	VIVEIRO	27	27066	109,12	73158,21
2	Polygon	21	XOVE	27	27025	89,32	53132,77
3	Polygon	20	BURELA	27	27902	7,7	14069,01
4	Polygon	20	VALADOURO (O)	27	27063	110,48	58325,2
5	Polygon	20	FOZ	27	27019	101	52506,17
6	Polygon	22	RIBADEO	27	27051	109,12	52369,57
7	Polygon	22	BARREIROS	27	27005	72,44	48126,29
8	Polygon	26	POL	27	27046	125,88	61474,03
9	Polygon	19	BALEIRA	27	27004	168,44	77403,98
10	Polygon	25	CASTROVERDE	27	27011	174,43	63005,02
11	Polygon	30	CASTRO DE REI	27	27010	175,68	89275,3
12	Polygon	30	COSPEITO	27	27015	145,66	77631,16
13	Polygon	25	RÁBADE	27	27056	5,19	9275,83

Figura 8.57. Resultado del cálculo del perímetro.

c) Cálculo de coordenadas:

Para calcular las coordenadas de una capa de puntos se utiliza la herramienta del *ArcToolbox* *Agregar coordenadas XY* (figura 8.58). En la ventana que aparece se introduce la capa de puntos cuyas coordenadas se desea obtener, y éstas aparecen automáticamente en dos campos nuevos (figura 8.58). Esta herramienta se encuentra en *ArcToolbox\Herramientas de administración de datos\Entidades\Agregar*

coordenadas XY (*ArcToolbox\Data Management Tools\Features\Add XY Coordinates*). En este caso en las imágenes se puede ver el caso de la capa *faros.shp*, que se encuentra en *C:/fundamentos_SIG/Galicia-capas*.



ArcToolbox

- ArcToolbox
 - 3D Analyst Tools
 - Analysis Tools
 - Cartography Tools
 - Conversion Tools
 - Data Interoperability Tools
 - Data Management Tools
 - Attachments
 - Data Comparison
 - Distributed Geodatabase
 - Domains
 - Feature Class
 - Features
 - Add XY Coordinates
 - Adjust 3D Z

Add XY Coordinates

Input Features: faros

Table

faros

	FID	Shape *	CODIGOPROV	GRUPO	NOMBREUI	NOMBRE	POINT X	POINT Y
0	Point	15	82	A CORUÑA	FARO DE LA RIA DO BARQUEIRO	605811,849452	4844585,97625	
1	Point	15	82	A CORUÑA	FARO DE LA PUNTA DE ESTACA DE B	605754,628131	4849590,92394	
2	Point	15	82	A CORUÑA	FARO DE LA PUNTA GABEIRA	591596,50883	4843346,71503	
3	Point	15	82	A CORUÑA	FARO DE LA PUNTA CANDELARIA	576884,663183	4840640,55568	
4	Point	15	82	A CORUÑA	FARO DE LA RIA DE CEDEIRA	575126,320607	4833759,60764	
5	Point	15	82	A CORUÑA	FARO DEL CABO PRIOR	555681,793013	4824486,82891	
6	Point	15	82	A CORUÑA	FARO DEL CABO PRIORINO CHICO	553506,601172	4812155,02214	
7	Point	15	82	A CORUÑA	FARO DE A CORUÑA	548128,764368	4804275,39181	
8	Point	15	82	A CORUÑA	FARO DE LA RIA DA CORUÑA	552405,916764	4803874,82635	
9	Point	15	82	A CORUÑA	FARO DE LAS ILLAS SISARGAS	513006,140837	4801331,87349	
10	Point	15	82	A CORUÑA	FARO DE LA PUNTA RONCUDO	501003,120467	4791637,45863	
11	Point	15	82	A CORUÑA	FARO DEL CABO DA LAXE	499354,510524	4786948,21467	
12	Point	15	82	A CORUÑA	FARO DEL CABO VILAN	482785,14073	4779040,93735	
13	Point	15	82	A CORUÑA	FARO DE LA PUNTA DA BARCA	482249,700621	4773698,4204	
14	Point	15	82	A CORUÑA	FARO DEL CABO TOURINAN	476124,191468	4767384,08929	

Figura 8.58. Cálculo de coordenadas X e Y desde ArcToolbox.

Ejercicio 12

Los archivos digitales necesarios para realizar este ejercicio se encuentran en la carpeta: *c:/Fundamentos_SIG/ej_8_edicion*.

Los aspectos a abordar son los siguientes:

- 1.-Crear dos nuevas capas, una lineal denominada *ruas.shp*, digitalizando 5 rúas de las que confluyen en la catedral, teniendo como fondo la imagen de satélite *fotocasco.ecw*. Y otra capa de tipo poligonal, digitalizando 7 edificios del casco histórico de Santiago, siendo al menos uno de ellos un edificio con claustro y otro en el que se divida un polígono en dos con la herramienta correspondiente.
- 2.-En el tema *comarcas.shp*: crear un campo que contenga la superficie en km², otro que contenga el perímetro (en metros) y, finalmente, otros dos campos que contengan respectivamente las coordenadas X e Y.

9. Modelos digitales del terreno y RASTER

Para realizar este apartado abrimos ArcMap y en un nuevo documento de ArcMap añadimos al marco de datos las siguientes capas en formato *shp* correspondientes a la hoja 121 del Mapa Topográfico Nacional 1/50.000, que se encuentran en la *carpeta 10* del directorio *c:\fundamentos_SIG*. Se trata de un área acotada en las inmediaciones del Pico Sacro, en las proximidades de Santiago de Compostela, en las que se realizarán diferentes análisis RASTER.

Capa	Descripción	Información de la capa (campos de interés)
<i>Curvas_121.shp</i>	Curvas de nivel	[ELEVATION]
<i>Cotas_121.shp</i>	Cotas del relieve	[COTE]
<i>Zona_estudio.shp</i>	Zona de estudio, límite de la hoja 121 del MTN	
<i>Pico_sacro.shp</i>	Mirador sobre el Pico Sacro	

Ortofoto digital

PNOA_MA_OF_ETRS89_HU29_h50_0121.ecw. Se puede descargar del Centro Nacional de Información Geográfica, del Ministerio de Fomento:
(<http://www.ign.es/ign/layoutIn/faimgsataarea.do>)

1.-Activar extensiones:

Para trabajar con RASTER y Modelos Digitales del Terreno (en adelante MDT) es necesario activar las extensiones *3D Analyst* y *Spatial Analyst*, mediante el menú *Personalizar\Extensiones...* (*Customize\Extensions...*), tal y como se puede apreciar en la figura 9.1.

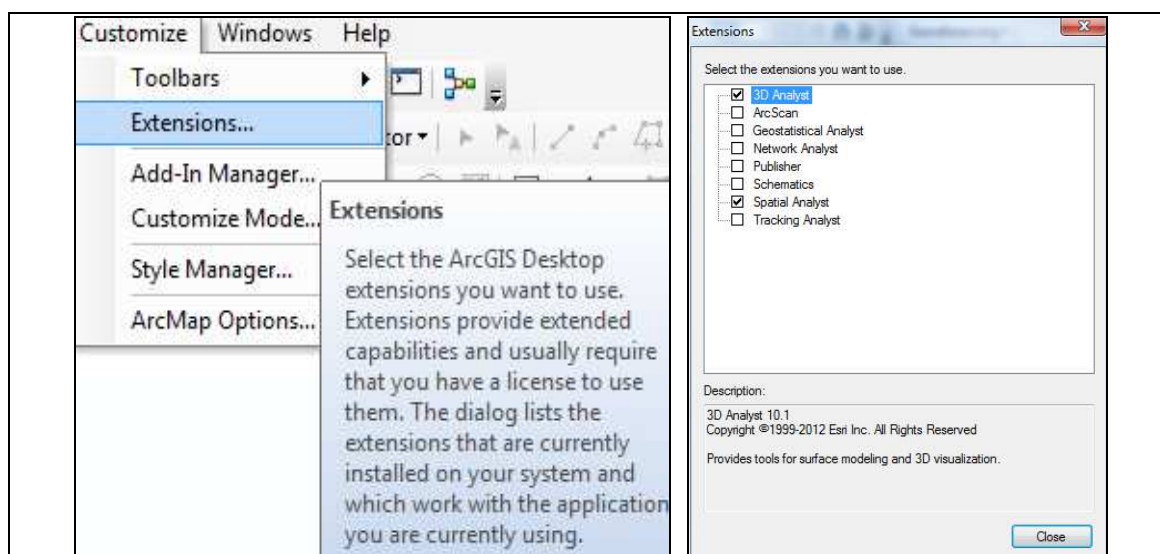


Figura 9.1. Activación de extensiones: 3D Analyst y Spatial Analyst.

-*3D Analyst*: permite trabajar con formas 3D, con modelos de superficie, y visualizar los datos desde perspectivas y ángulos diferentes 3D.

-*Spatial Analyst*: para trabajar con mapas RASTER. También es necesario abrir las respectivas barras de herramientas, tal y como ya sabemos hacer.



Figura 9.2. Barras de herramientas: 3D Analyst y Spatial Analyst.

2.- Preparación de la zona de estudio:

En primer lugar, se deben establecer las unidades del trabajo (figura 9.3). En el menú *Vista\Propiedades del Marco de Datos (View\Data Frame Properties)* ... en la pestaña *General*, asignaremos un nombre al marco de datos y estableceremos las unidades del mapa (metros) y unidades para distancias (metros).

Por otra parte vamos a definir la zona de estudio, que es el ámbito geográfico en el que vamos a generar un MDT. En este caso una zona muy concreta rectangular, contenida dentro de la hoja del Mapa Topográfico Nacional 121 (La Estrada). Esta zona se proporciona en una capa (*zona_estudio.shp*)

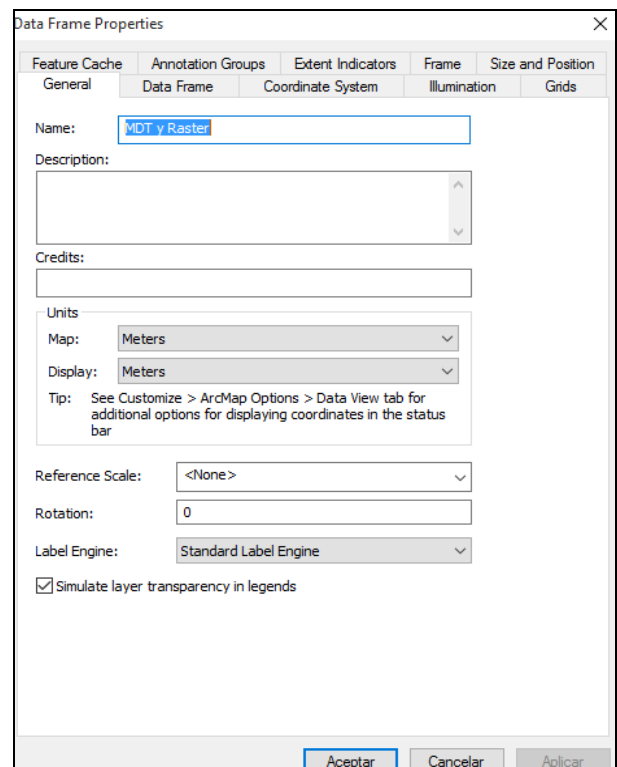


Figura 9.3. Establecer unidades de trabajo.

Generación de MDT TIN (Triangulated Irregular Network - Red Irregular de Triángulos):

Para generar un modelo digital del terreno TIN, se van a utilizar tres capas:

-La capa con las curvas de nivel, indispensable para generar el TIN (le proporciona la información sobre la elevación del terreno que necesita el SIG).

-La capa que define la zona de estudio, para ceñir el TIN a esta zona.

-La capa que contiene las cotas, que mejorará el aspecto del modelo al indicarle los puntos elevados y bajos dentro del contexto general que marcan las curvas de nivel.

Para la creación del modelo digital del terreno, primero añadiremos las capas que intervendrán en su generación: *zona_estudio.shp*; *curvas_121.shp*; y, *cotas_121.shp*.

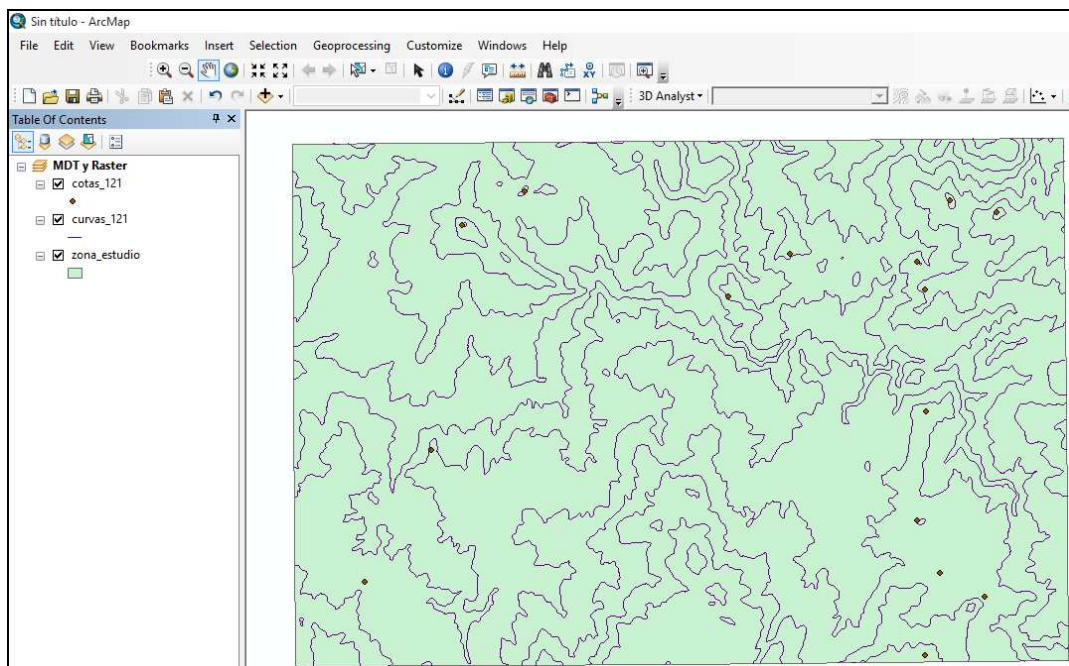


Figura 9.4. Capas necesarias para la creación del MDT TIN.

A continuación, en *ArcToolbox* se ejecuta el comando para crear TIN (figura 9.5):
\ArcToolbox\ Herramientas de 3D Analyst\ Administración de TIN\ Crear TIN (*\ArcToolbox\ 3D Analyst Tools\ Data Management\ TIN\ Create TIN*).

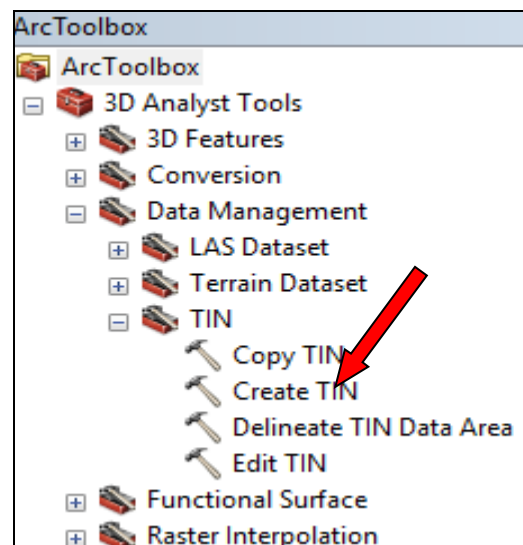


Figura 9.5. Create TIN.

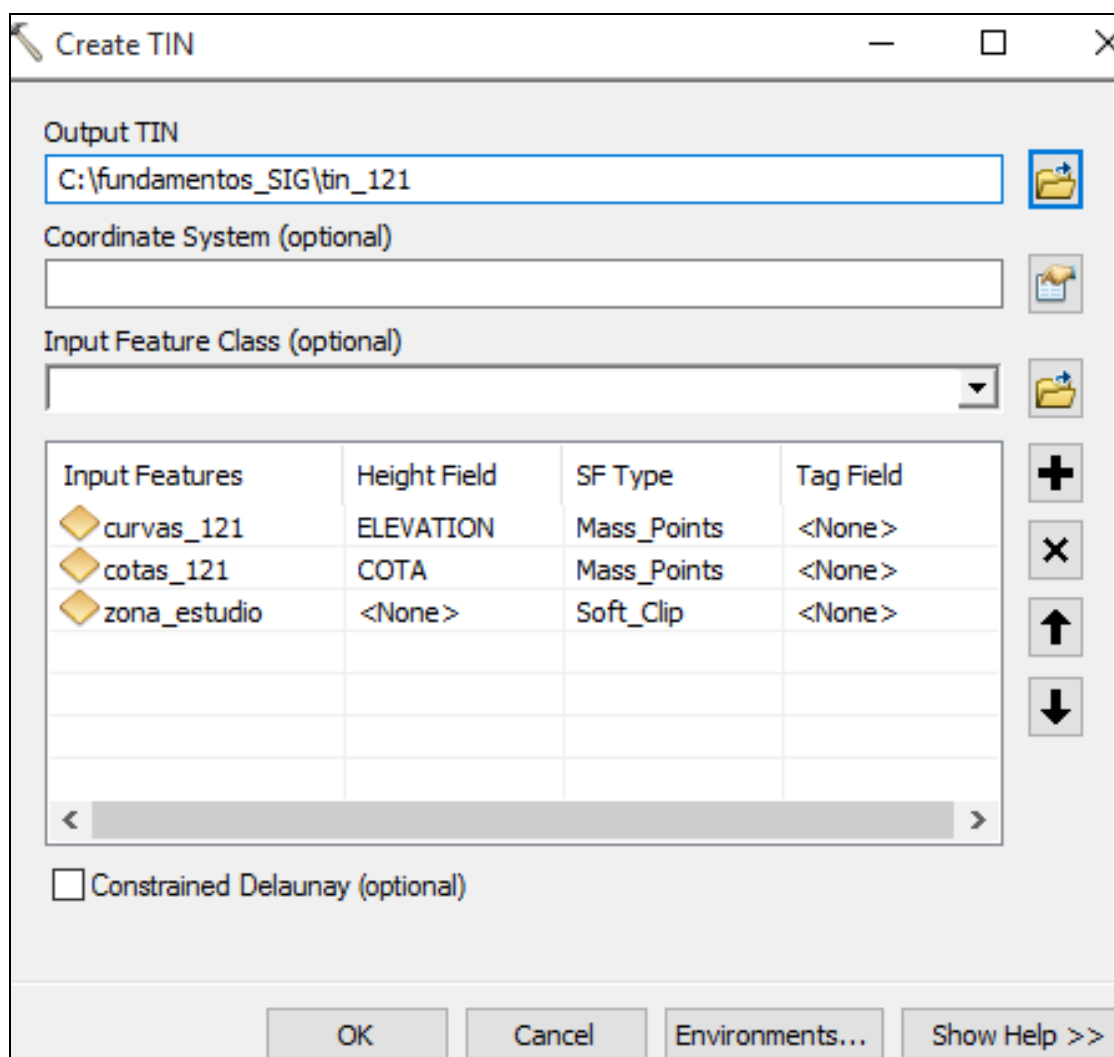


Figura 9.6. Create TIN.

En el cuadro de diálogo que aparece, hay que indicar el nombre y la ruta del TIN de salida (en este caso en el directorio *fundamentos_SIG* lo guardaremos con el nombre *tin_121*). Además, debemos indicar las capas que intervienen en su generación y la forma en que éstas lo hacen (figura 9.6):

-*curvas_121.shp*: esta es la capa más importante, la que contiene la información de la altitud, concretamente el campo *[ELEVATION]*, que almacena la altitud de cada curva (*height_field* = *[ELEVATION]*). Se introducirán estas altitudes como puntos de cota (*SF_Type* = *puntos de cota*; *SF_Type* = *Mass Points*).

-*cotas_121.shp*: esta capa de cotas supone que esas alturas puntuales mejorarán el modelo. El campo que contiene la cota de altitud se denomina *[COTA]* (*height_field*: *[COTA]*). *SF_Type* = *puntos de cotas*; *SF_Type* = *Mass Points*).

-*zona_estudio.shp*: este elemento poligonal actuará como elemento de corte (*SF_Type = recorte*; *SF_Type: Soft_clip*). De esta forma el modelo se generará sólo en esta zona. Y sin aportar tampoco información de alturas (*height_field = None*).

El resultado es una capa nueva (figura 9.7), un MDT TIN (vectorial, red de triángulos irregulares). Se trata de un conjunto de triángulos contiguos, que no se superponen, de tamaño y orientación variable, formando una superficie continua de triángulos.

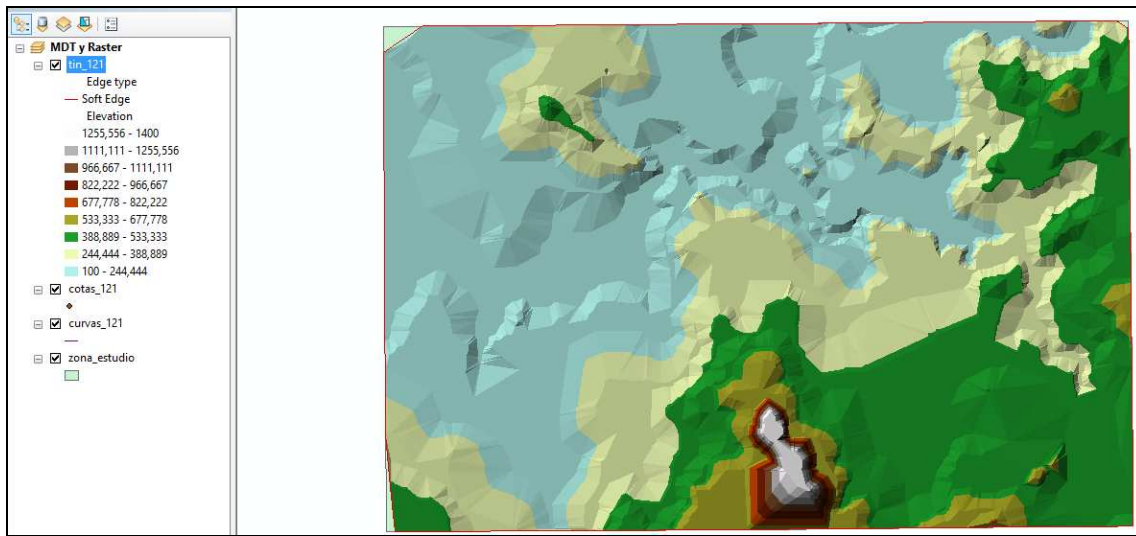


Figura 9.7. Resultado TIN de la zona de estudio.

Visualización tridimensional del MDT:

Para visualizar y explorar los datos en perspectiva 3D, se utiliza otro tipo de aplicación: el *ArcScene*. Esta es una de las clases de elementos o documentos de *ArcGis*. Funciona igual que un documento de *ArcMap*, contiene una tabla de contenidos y un área de visualización.

Para abrir un documento de *ArcScene* se procede igual que para crear otro tipo de documentos: se debe elegir el icono de *ArcScene* en la tabla de herramientas 3D

Analyst: 

A continuación, ya se pueden añadir las capas que se desee a la escena, de dos formas posibles:

-menú\Archivo\Añadir datos 

-mediante Copiar y Pegar cada capa desde la tabla de contenidos de una aplicación a otra.

En la imagen siguiente (figura 9.8) puede observarse un documento de *ArcScene* en el que se muestra la capa TIN creada anteriormente.

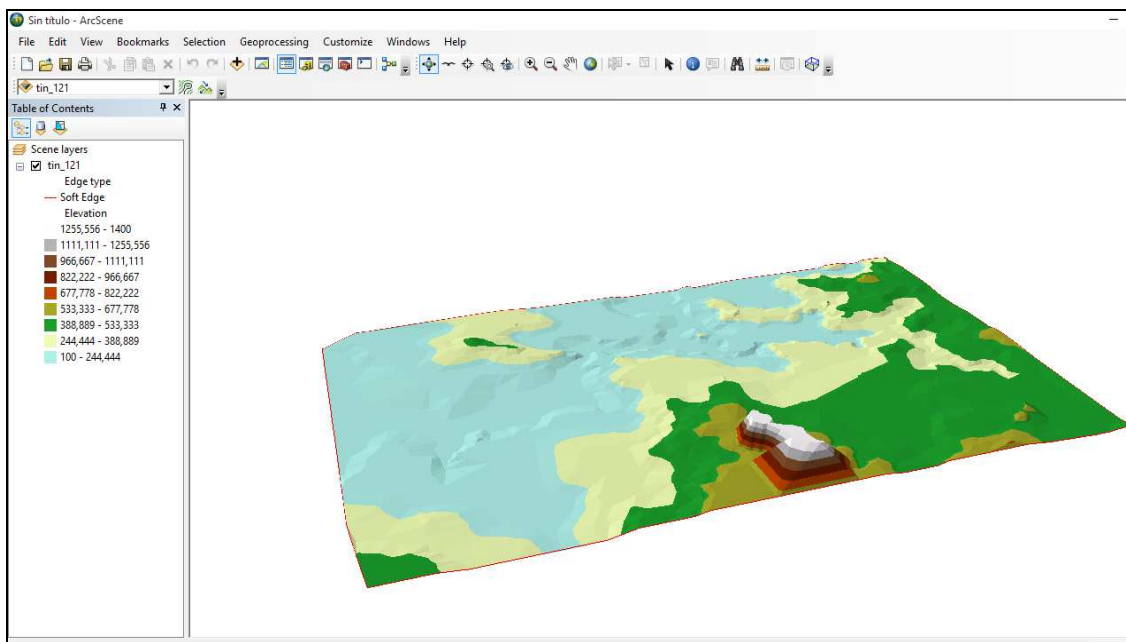


Figura 9.8. Documento de ArcScene.

Para encuadrar el TIN dentro de la escena se puede pulsar la rueda del ratón y arrastrar, y para cambiar el ángulo de visualización, hacer clic y arrastrar el ratón. Y girando la rueda se maneja el zoom.

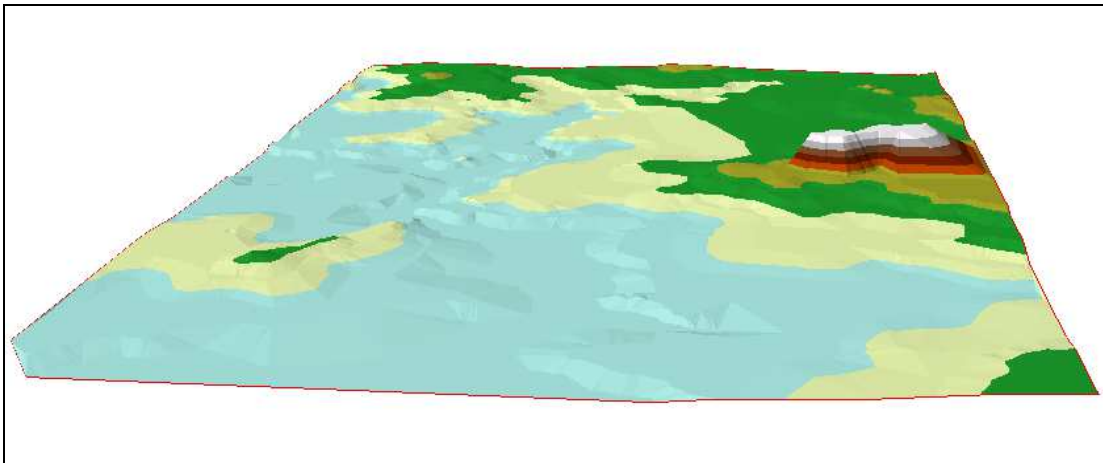


Figura 9.9. Zoom y movimiento de la capa con ArcScene.

Para ajustar las propiedades con que se muestra la escena, se accede al menú *Vista\Propiedades de la Escena...* (*View\Scene Properties...*), que abre el cuadro de diálogo de figura 9.10. Entre otras cosas se pueden cambiar el factor de *exageración vertical* (*vertical exaggeration*, figura 9.11) en la pestaña General (para las coordenadas Z de una capa, en relación con sus coordenadas X e Y), o se puede añadir el sistema de coordenadas a la *ArcScene* en la pestaña Sistema de

Coordenadas (*Coordinate System*), o establecer factores de visualización como la dirección y el ángulo de iluminación en la pestaña *Iluminación* (*Illumination*).

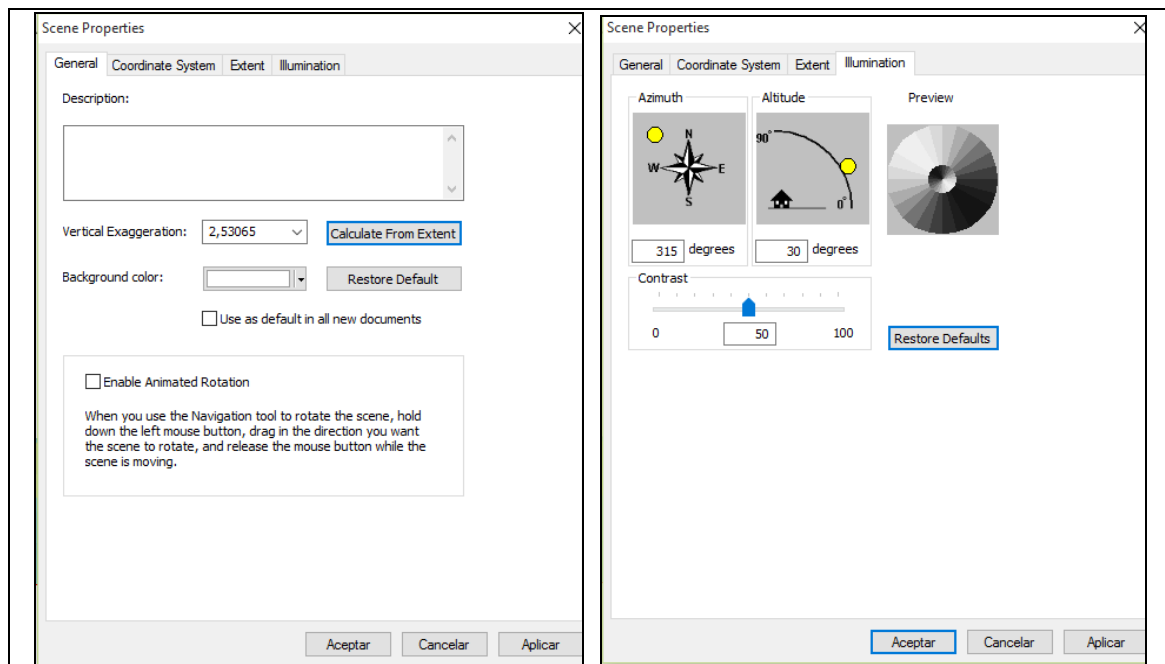


Figura 9.10. Propiedades de la escena.

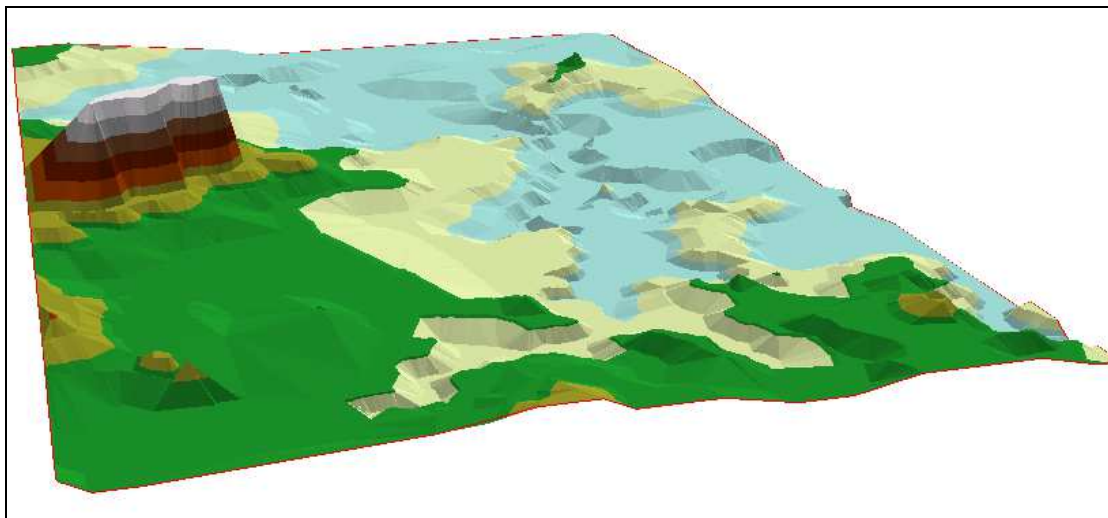


Figura 9.11. Exageración vertical de la escena.

Una escena la podemos visualizar desde perspectivas diferentes, para ello utilizaremos la barra de herramientas *Herramientas* (*Tools*), que es igual a la que tiene *ArcMap* pero con seis iconos más (figura 9.12)

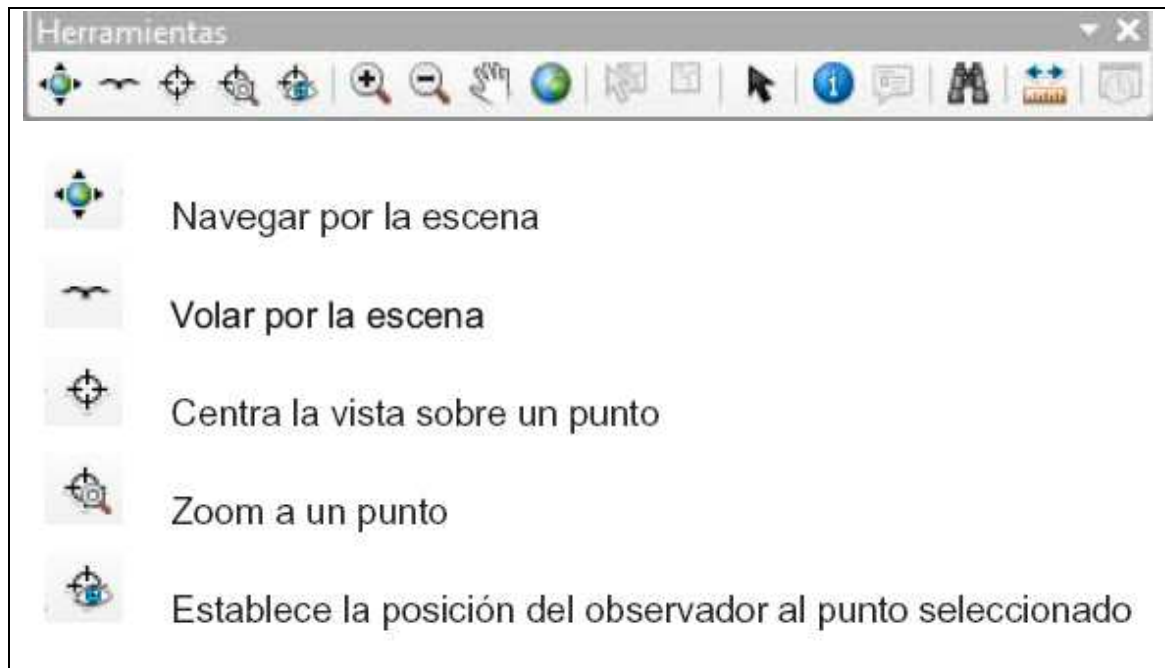


Figura 9.12. Herramientas de visualización en ArcScene

Visualización de una fotografía aérea sobre un MDT

Es posible visualizar una ortofoto de la zona sobre el modelo MDT, con efecto tridimensional. Para ello simplemente hay que:

-Añadir la ortofoto a ArcScene, y abrir sus propiedades, pulsando doble clic sobre el nombre de la ortofoto en la tabla de contenidos, con lo que se abre la ventana de la figura 9.13.

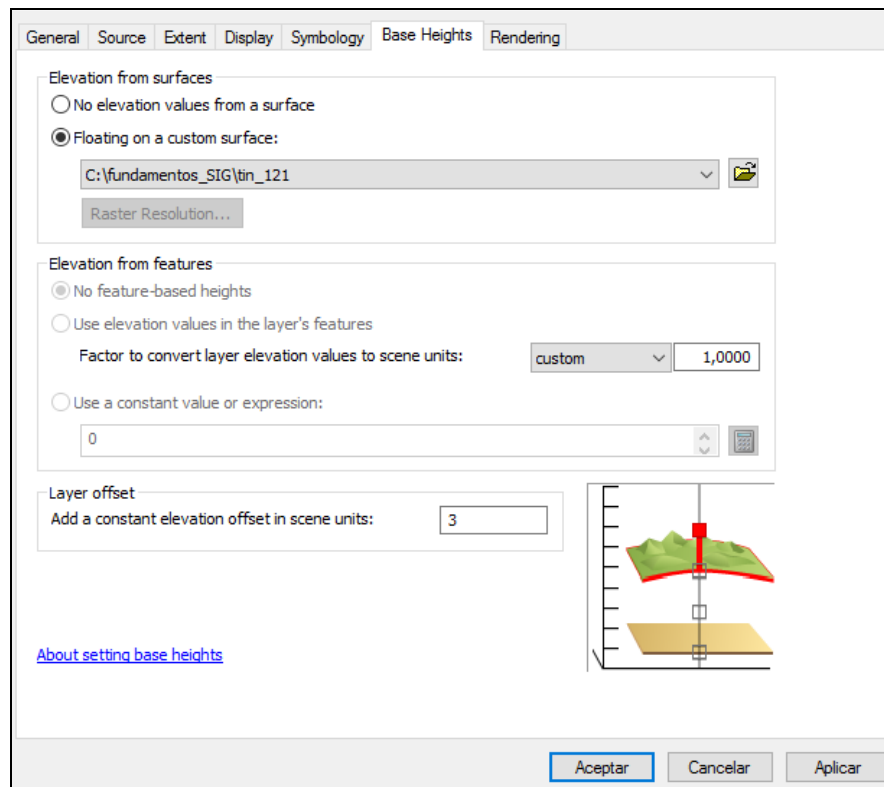


Figura 9.13. Pestaña alturas de base (base heights)

En la pestaña Alturas de Base (Base Heights), añadimos como superficie el modelo anteriormente creado, para ello hay que activar la opción “*Elevación desde superficies*” (*Elevation from surfaces*) y elegir la ruta donde se encuentra el TIN (figura 9.13). Con esto se consigue que la capa (en este caso la ortofoto) se muestre con el relieve (superficie) indicado (figura 9.14). Este efecto también se puede aplicar a otras capas.

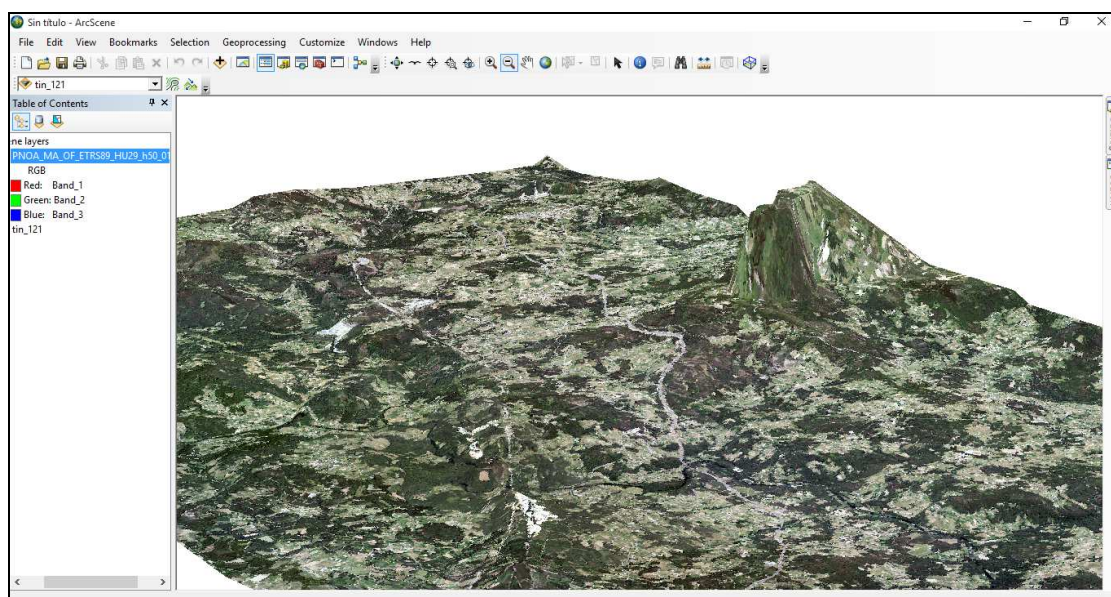


Figura 9.14. Relieve con la ortofoto superpuesta en ArcScene.

Los archivos del *ArcScene* tienen extensión *.sxd*. Para guardar el documento hay que seleccionar en menú *Archivo\Guardar como...* (*File\Save...*) y asignarle un nombre. La escena creada también puede exportarse a un fichero de imagen (*jpg*, *gif*, *bmp*, ...) o *wmrl* (3D) desde el menú *Archivo\Exportar* (*File\Export*).

Conversión de un TIN a un MDT RASTER

Muchas de las funciones de conversión y análisis con los modelos digitales del terreno, se pueden llevar a cabo partiendo del modelo vectorial (TIN) o en formato RASTER.

Vamos a convertir el modelo digital TIN a formato RASTER. Para convertir una capa a formato raster se utiliza el menú *\ArcToolbox\Herramientas de 3D Analyst\Conversion\Desde TIN\De TIN a raster* (*\ArcToolbox\3D Analyst Tools\Conversion\From TIN\TIN to Raster*). Hay que indicar en el cuadro de diálogo la capa TIN de entrada, la ubicación y nombre de la capa raster de salida, y la resolución que tendrá esta (figura 9.15). En esta práctica se elegirá un tamaño de celda de 10

(CELLSIZE 10) para todos los mapas raster que se obtengan y se manejen (figura 9.15). El resultado puede observarse en la figura 9.16.

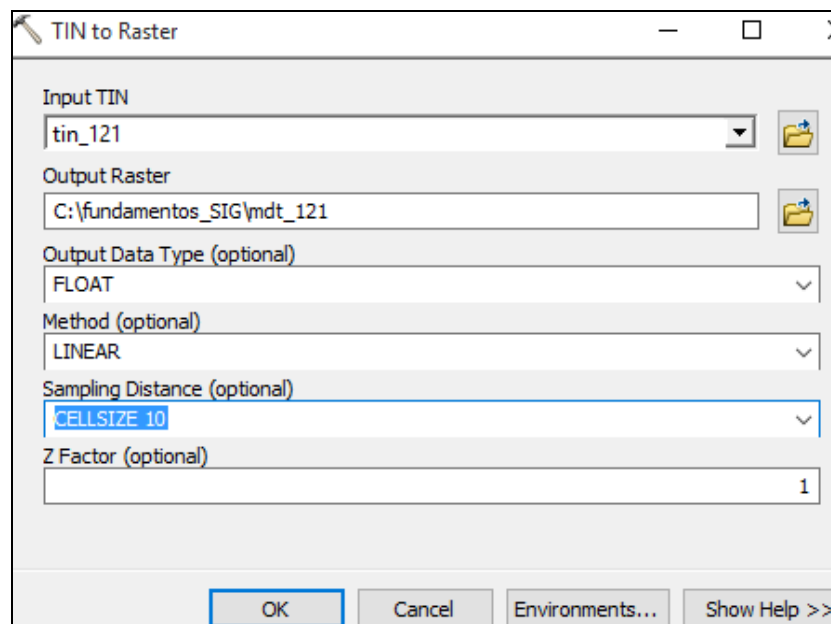


Figura 9.15. Transformación de TIN a RASTER.

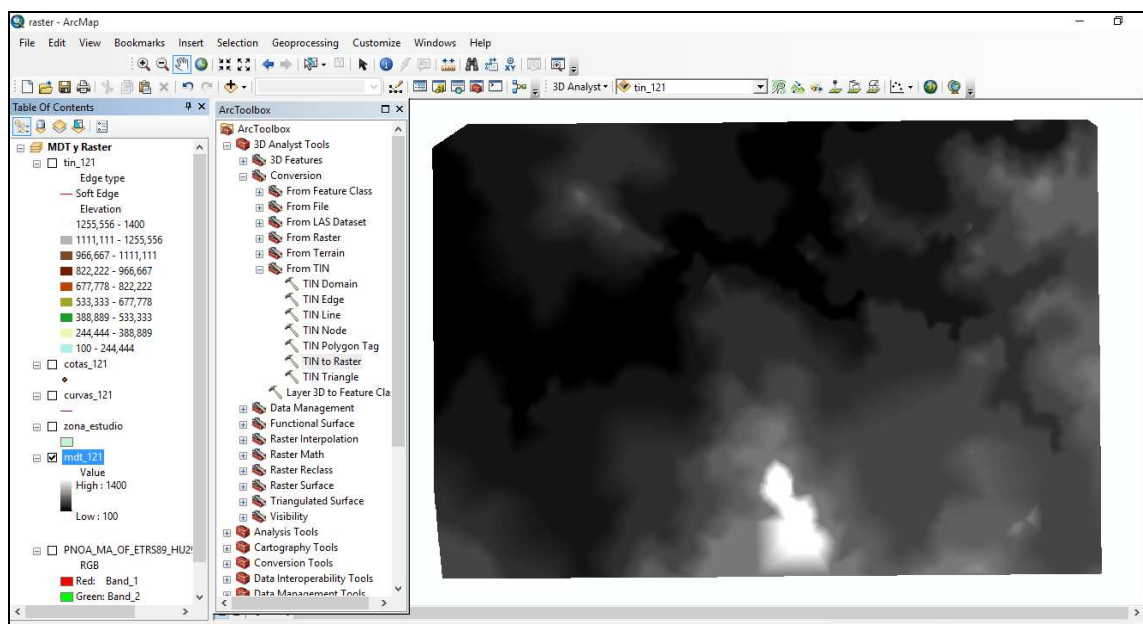


Figura 9.16. Resultado de la transformación de TIN a RASTER.

Análisis de un MDT

A continuación se describen una serie de procedimientos que permiten, a partir de una capa MDT TIN o RASTER, obtener una serie de mapas raster (pendiente, orientación de la pendiente, mapa de isolíneas, etc.).

Mapa de pendientes

Se puede generar un mapa de pendientes, en formato RASTER, a partir de un MDT TIN o RASTER. En el caso de partir de un MDT RASTER (como en este caso), se utiliza el menú *ArcToolbox > Herramientas de 3D Analyst > Superficie de raster > Pendiente* (*ArcToolbox > 3D Analyst Toolbox > Raster Surface > Slope*). En el cuadro de diálogo que aparece hay que indicar (figura 9.17):

- El modelo de entrada: el modelo *mdt_121* obtenido en el punto anterior.
- Las unidades en que se medirá la pendiente (grados o porcentaje).
- y la ubicación del mapa RASTER resultante.

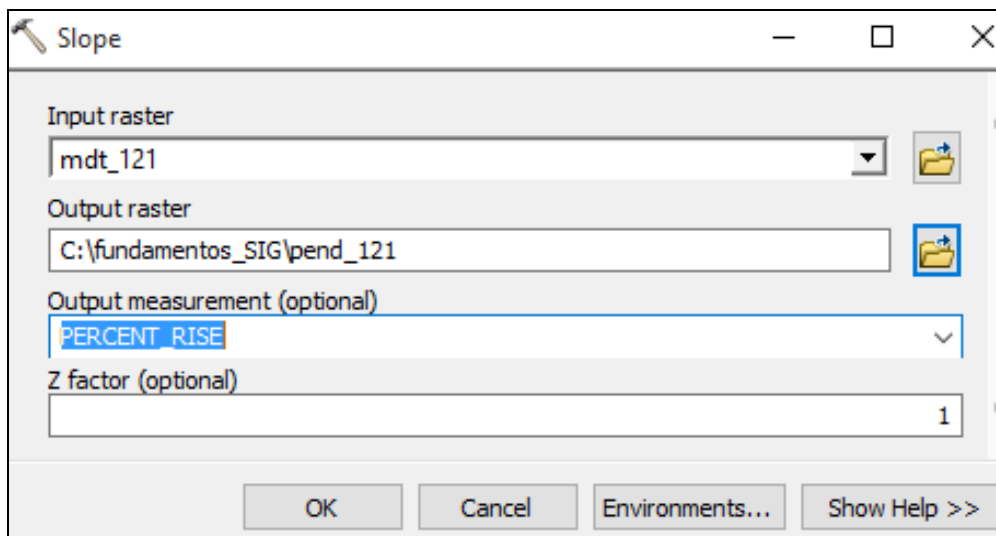


Figura 9.17. Parámetros para calcular la pendiente.

El valor de cada celda en el mapa resultante es su pendiente (en porcentaje), la mayor de las pendientes respecto de sus celdas vecinas (figura 9.18)

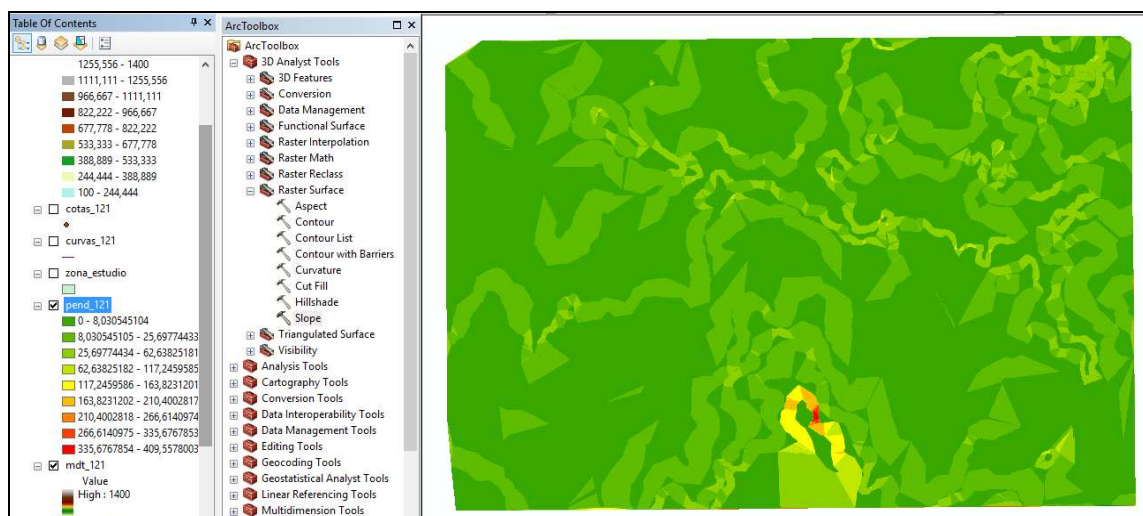


Figura 9.18. Resultado del cálculo de la pendiente.

Mapa de orientación de la pendiente

También se puede obtener a partir del modelo digital del terreno, el mapa de orientación de la pendiente, de forma muy similar al apartado anterior. Los pasos a seguir y la estructura de los datos son los mismos (figura 9.19), salvo que la opción en menú Superficie de raster (Raster surface), es Orientación (Aspect).

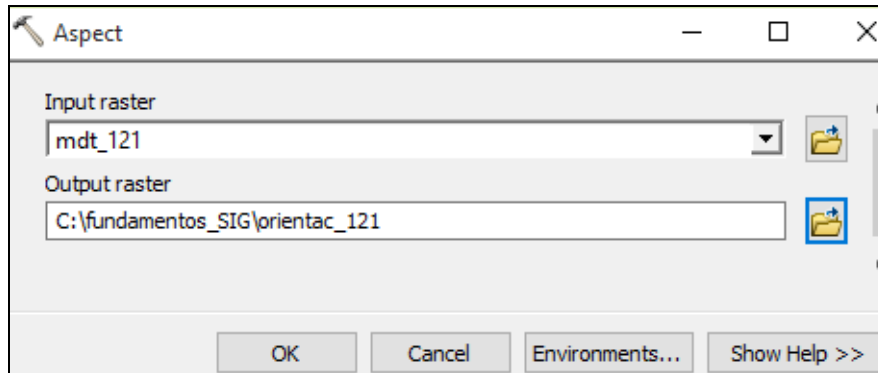


Figura 9.19. Parámetros para calcular la pendiente.

El resultado es una capa RASTER que llamamos orientación (figura 9.21), en la que el valor de cada celda es la dirección de máxima pendiente. Los valores de orientación (de -1 a 360) vienen dados según se indica en la figura 9.20: 0 (norte), 90 (Este), 180 (Sur), 270 (Oeste). A aquellas celdas cuya pendiente sea 0, se les asigna un valor de orientación de -1.

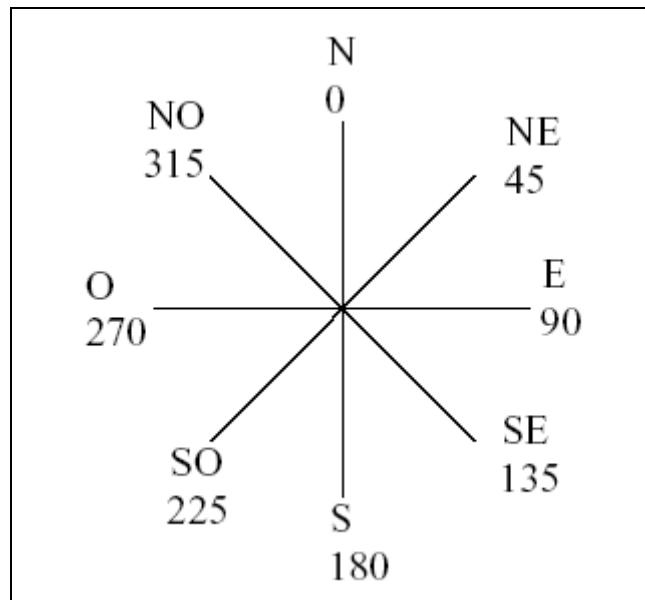


Figura 9.20. Valor de orientación de la pendiente

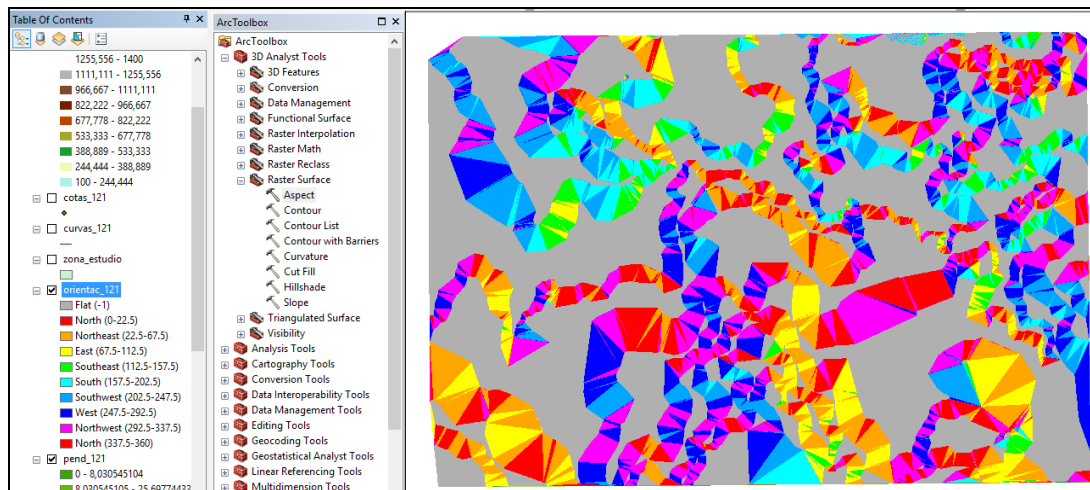


Figura 9.21. Resultado del cálculo de la orientación.

Generación de un mapa de curvas de nivel

Se puede obtener un mapa de isolíneas a partir del modelo digital del terreno. En este caso, al partir de un modelo de elevaciones, lo que obtenemos es un mapa de curvas de nivel del terreno.

Desde el menú *\ArcToolbox \Herramientas de 3D Analyst\Superficie de raster\curva de nivel (\ArcToolbox\3D Analyst Toolbox\Raster Surface\Contour)*, se accede a un cuadro de diálogo, donde se indica el intervalo entre cada dos isolíneas, y el nivel de base (figura 9.22). Por ejemplo, si se indica intervalo 10 y nivel de base 0, se generarán las isolíneas a partir de 0, por encima y por debajo cada 10 unidades (... , -20, -10, 0, 10, 20, 30, ...). Se obtiene una capa en formato *shapefile* de líneas (figura 9.23), en la que cada línea contiene los puntos contiguos que tienen el mismo valor (en este caso altitud). Y este valor está contenido en la tabla de atributos de la capa, en el campo *[CONTOUR]*.

Figura 9.22. Parámetros para generar curvas de nivel.

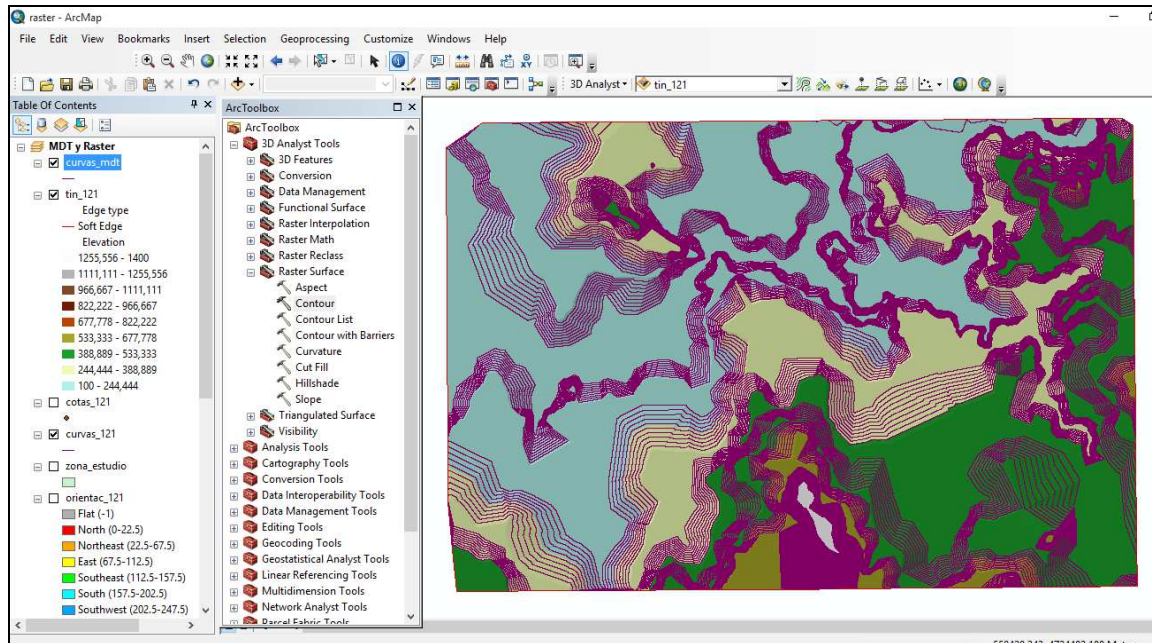



Figura 9.23. Resultado de la generación de curvas de nivel.

Trazado automático de isolíneas

Mediante la herramienta *Crear Contornos (Create Contours)* , que se encuentra en la barra de herramientas *3D Analyst*, también es posible trazar una isolínea individual.

Debe estar activado el MDT (en la tabla de contenidos), y hay que seleccionar un punto en el área de visualización, y el programa traza la isolínea cuyo valor es el del punto seleccionado. Dicha isolínea es dibujada en el marco de datos como un elemento gráfico (línea), y su valor aparece en la parte izquierda de la barra de estado.

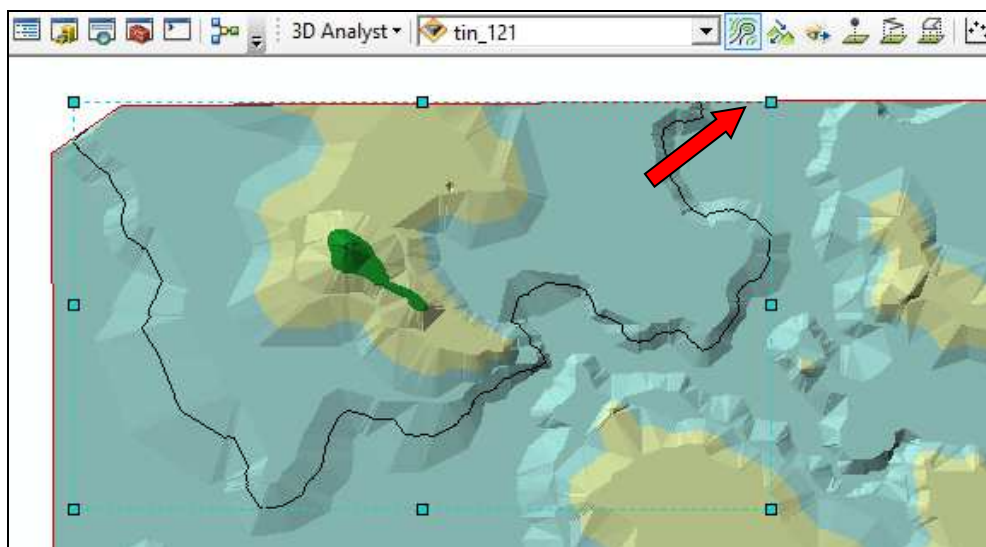


Figura 9.24. Create contours.

Cálculo de sombreado

Cuando observamos el terreno real desde arriba, nuestros ojos lo interpretan en gran parte a partir de la forma en que éste está iluminado. Para hacer posible una interpretación semejante en el ordenador, en ArcMap se puede crear un mapa de iluminación, estimando la intensidad de luz que incidirá sobre cada celda, en función del ángulo que forma con la dirección de la luz.

Para obtener una capa raster de sombreado se utiliza el menú *\ArcToolbox \Herramientas de 3D Analyst\ Superficie de raster\Sombreado (\ArcToolbox\ 3D Analyst Toolbox \Raster Surface\Hillshade)*. Se elige como entrada la capa *mdt_121*. A continuación, se define la situación de la fuente de iluminación mediante (figura 9.25):

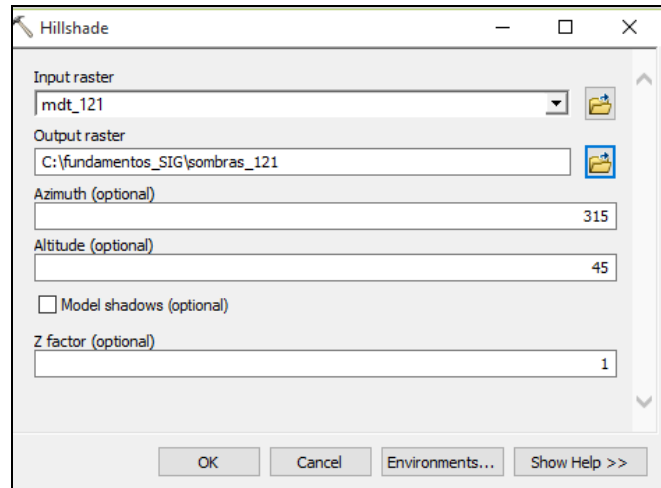


Figura 9.25. Cálculo de sombreado (hillshade).

- El azimuth: entre 0º y 360º, medidos en el sentido de las agujas del reloj desde el Norte.
- La altitud: ángulo sobre el horizonte, entre 0º (en la línea del horizonte) y 90º (en la posición más alta).

La determinación de la iluminación que tendría una superficie, puede utilizarse bien solamente para su visualización, o como parte de un proceso de análisis. Por ejemplo, puede servir para determinar la duración e intensidad de la insolación en un determinado lugar del mapa.

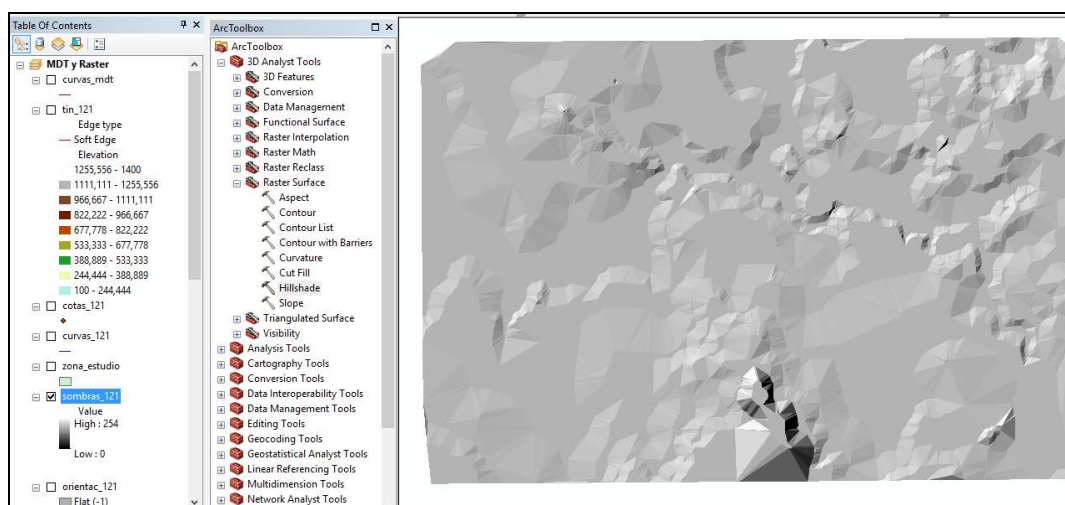


Figura 9.26. Resultado del cálculo de sombreado (hillshade).

También puede utilizarse esta capa como “capa de brillo” para mejorar la visualización de otra capa RASTER (por ejemplo, una superficie) mediante la opción Transparencia (50 % por ejemplo) en la pestaña *Mostrar - Display* (en las propiedades de la capa) de la capa “*mdt_121*”. La capa *mdt_121* hay que ponerla encima en la tabla de contenidos y la capa de *sombras_121* debajo (Figura 9.27).

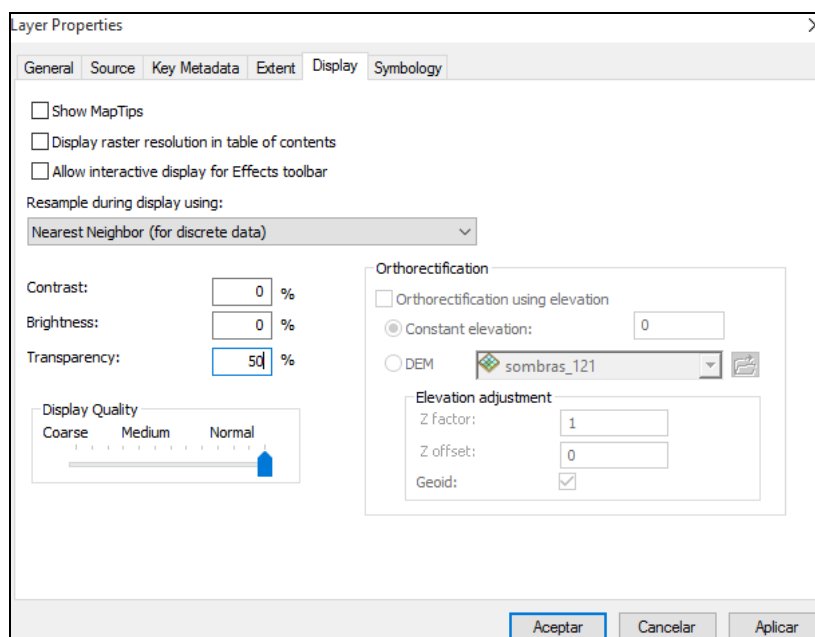


Figura 9.27. Establecer transparencia a una capa.

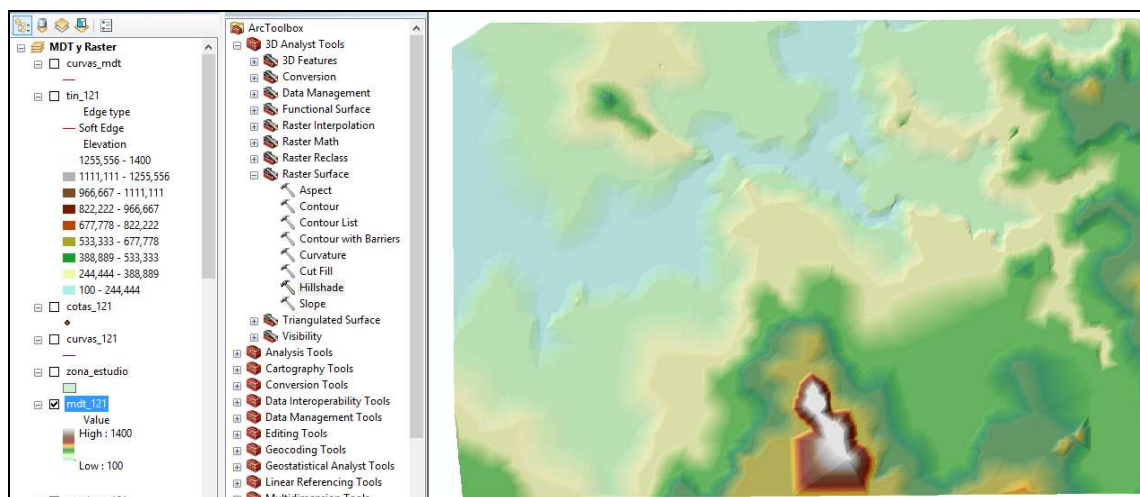


Figura 9.28. Establecer transparencia a una capa.

Visibilidad

Existen herramientas para realizar análisis de visibilidad en el terreno, tanto visibilidad en línea recta (entre dos puntos del terreno) como visibilidad desde un punto en toda la superficie en una cuenca visual. Estos análisis son de utilidad, entre otros,

en estudios de paisaje, de impacto ambiental, de telecomunicaciones y de ubicación óptima de elementos de vigilancia.

Visibilidad entre dos puntos

Para estudiar la visibilidad entre dos puntos (a lo largo de la recta que los une):

-En la barra de herramientas *3D Analyst* hay que seleccionar la capa de entrada (figura 3.29): utilizar la capa TIN o RASTER como entrada (el que servirá como superficie sobre la que se realizará el análisis de visibilidad).



Figura 9.29. Establecer transparencia a una capa.

-Seleccionar en la barra de herramientas *3D Analyst* el icono *Crear línea de Visibilidad (Create Line of Sight)*. En el cuadro de diálogo, hay que especificar la altura del **observador (Observer Offset)** y la altura del **punto final (Target offset)** (el objetivo) sobre la superficie del terreno (figura 9.30).

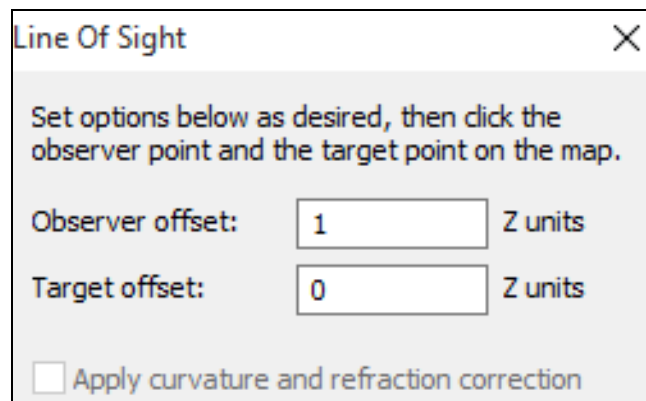


Figura 9.30. Crear línea de visibilidad (Create line of sight).

-Por último, hay que hacer dos clic sobre el mapa para designar la ubicación del observador y del objetivo.

El resultado es una línea recta que une ambos puntos (figura 9.31): el observador aparece representado por un punto negro. El objetivo aparece como un punto rojo. Las partes o segmentos en verde son las visibles desde el observador y las partes en rojo las no visibles.

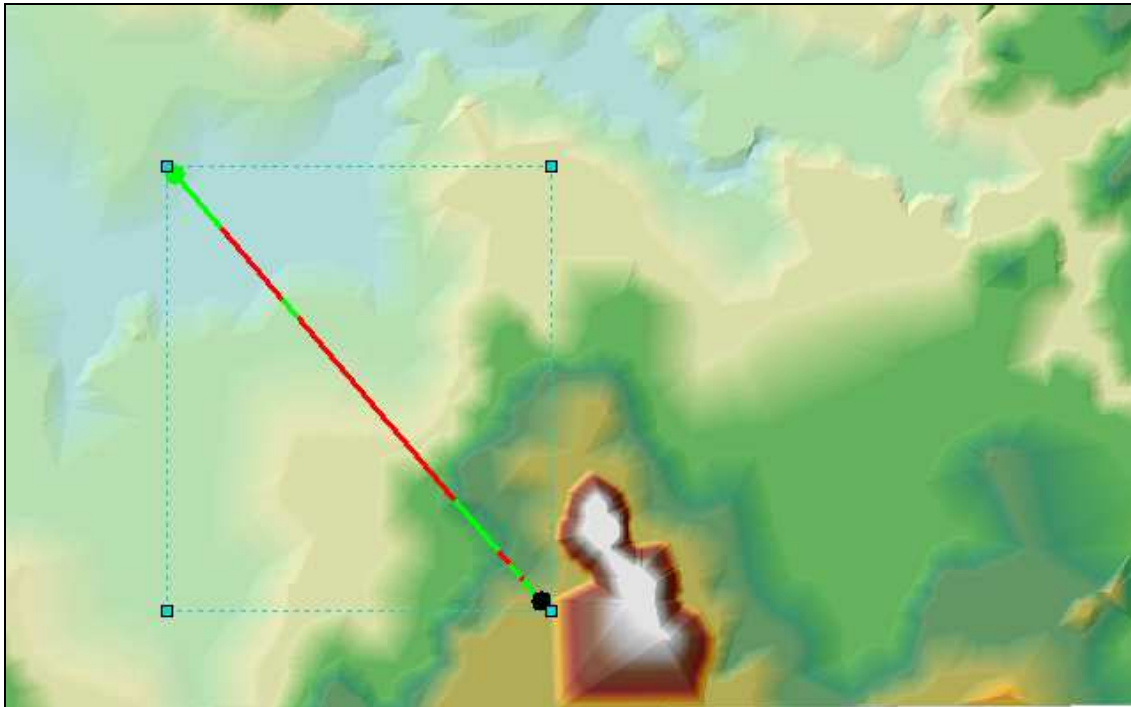


Figura 9.31. línea de visibilidad entre dos puntos.

Si el punto final no es visible desde el observador, el primer punto que obstruye tal visibilidad aparece señalado en color azul (figura 9.32).

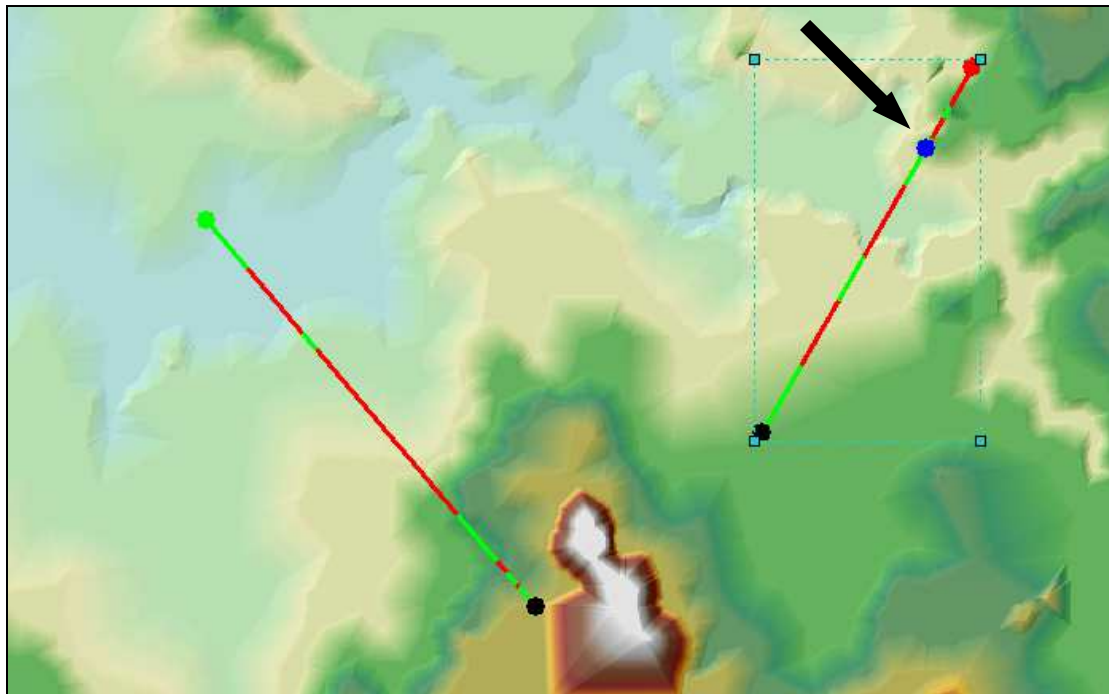


Figura 9.32. línea de visibilidad entre dos puntos, señalado en azul el primer punto que obstruye la visibilidad.

Análisis de visibilidad

Es posible identificar las zonas de una superficie, que son visibles desde uno o más puntos de observación. Se necesita en primer lugar disponer de una capa de puntos (o de líneas), que contenga el punto o puntos desde los que se observa. En este caso se realiza el análisis de visibilidad desde el Pico Sacro (en las proximidades de Santiago de Compostela) que figura en la capa *pico-sacro.shp*.

-Seleccionar el menú *\ArcToolbox \Herramientas de 3D Analyst\ Visibilidad\ Puntos de observador (\ArcToolbox\ 3D Analyst Toolbox \Visibility\Observer Points)*.

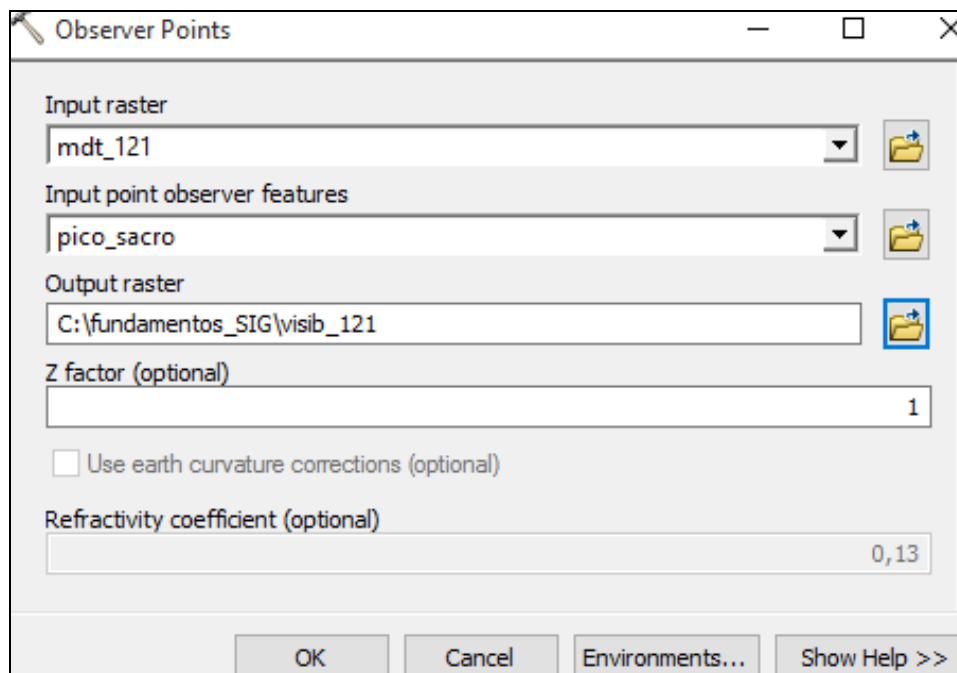


Figura 9.33. Puntos de observador (Observer points).

-En la ventana de diálogo que aparece se indican las capas que intervienen (figura 9.33):

- Superficie RASTER de entrada: el modelo digital del terreno *mdt_121*
- Entidades de punto de observador: *pico_sacro.shp*
- Raster de salida: indicar el nombre de la capa RASTER resultante (*visib_121*).

El resultado es una capa RASTER (*visib_121*). El valor de cada celda indica desde qué punto/s de observación es visible o no esa celda (figura 9.34). En este ejemplo, como el mapa de puntos tiene sólo un punto, los valores posibles del RASTER de salida son:

- 0 no visible
- 1 visible

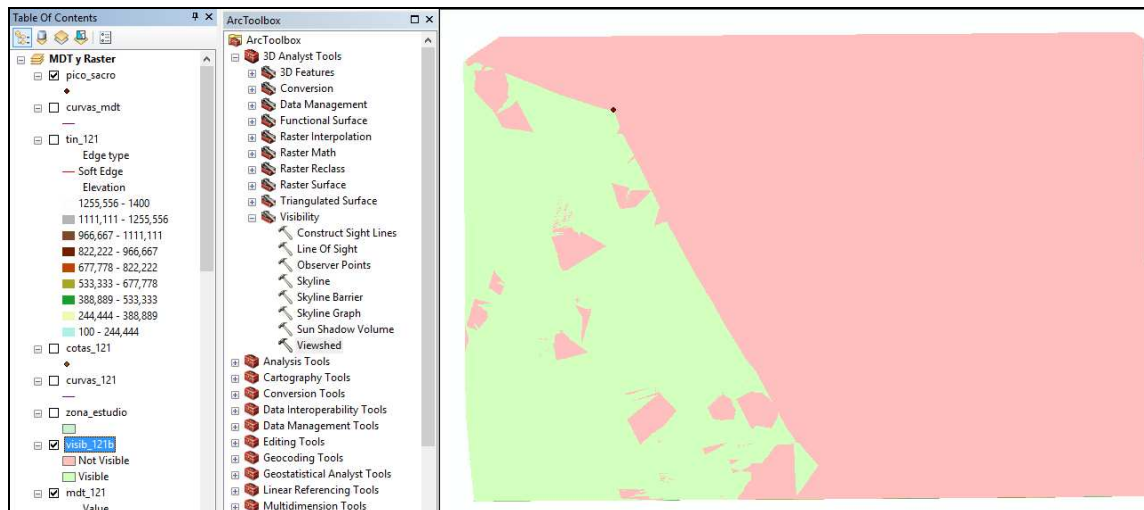


Figura 9.34. Áreas visibles y no visibles.

Perfiles topográficos

Para crear perfiles a partir de un TIN se puede utilizar la herramienta de interpolación de alturas para una línea.



Figura 9.35. Interpolación de alturas para una línea.

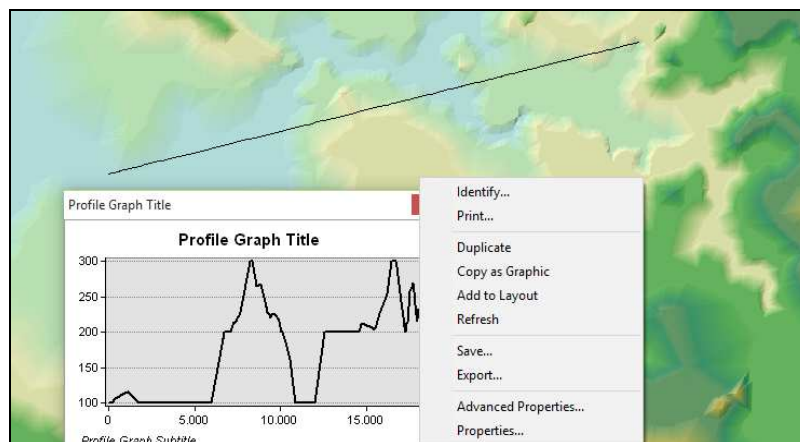



Figura 9.36. Gráfico de perfil (Profile graph).

-Teniendo visible la capa *MDT_121*, seleccionamos la herramienta de interpolación de alturas para una línea (figura 9.35) y dibujamos en planta la traza del perfil: pulsando el botón izquierdo del ratón se introducen vértices, y con un doble clic se termina de dibujar la línea.

-Pulsamos el icono  (crear un *gráfico de perfil – profile graph*), con lo que se creará el perfil en una ventana (figura 9.36).

-Pulsando el botón derecho del ratón sobre la ventana aparecen otras opciones como vemos en la imagen de la figura 9.36, por ejemplo, para añadir el gráfico a la presentación (al mapa).

Cortar una capa RASTER con otra vectorial

Para extraer un fragmento de RASTER (por ejemplo pensemos en un RASTER del conjunto de Galicia y necesitamos quedarnos sólo con el fragmento correspondiente al municipio de Santiago) necesitamos tener una capa vectorial que actúe como máscara y sirva para proceder al corte de ese fragmento. Es una función muy similar al *CLIP* vectorial del *Geoprocessing* pero para capas RASTER.

Para realizarlo insertamos desde la *carpeta 10* el grid *Galiza y santiago.shp*. El primero es el MDT de Galicia del que extraeremos el MDT de Santiago. La capa para realizar el corte mediante una máscara es *santiago.shp* (tema vectorial con los límites de Santiago).

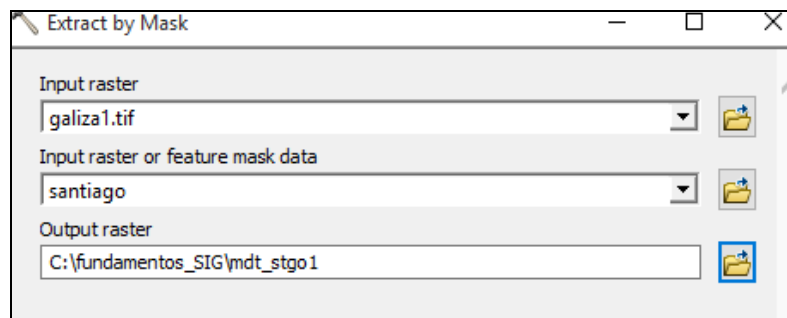


Figura 9.37. Extracción de una capa RASTER de otra de mayor superficie.

En ArcToolbox escogemos el menú *Herramientas de Análisis Espacial\Extracción\Extracción por Máscara* (*Spatial Analyst Tools\Extraction\Extract by Mask*). Al hacerlo aparece una ventana en la que tenemos que indicar el RASTER de entrada, cuál será la capa de corte y como se llamará el RASTER de salida (figura 9.37). El resultado es una nueva capa raster con la extensión del

municipio de Santiago, tal y como podemos ver en la figura 9.38.

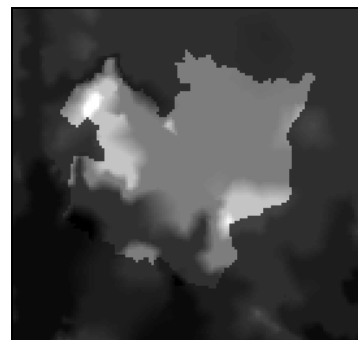


Figura 9.38. Resultado de la extracción del RASTER.

Ejercicio 13

Los archivos digitales necesarios para realizar este ejercicio se encuentran en la carpeta: *c:/Fundamentos_SIG/Ej_10_raster*. Y son los siguientes:

- cotas_galicia.shp*: capa con cotas del terreno de toda Galicia.
- curvas_galicia.shp*: capa con las curvas de nivel de toda Galicia.
- zona_est_122.shp*: capa con los límites del área de estudio (hoja 122 del Mapa Topográfico Nacional - MTN).
- Atalaías_122.shp*: capa con miradores del área de estudio.
- PNOA_MA_OF_ETRS89_HU29_h50_01221.tiff*: imagen de satélite del área de estudio.

El ejercicio consiste en:

- 1.-Preparar las capas que hacen referencia a toda Galicia para trabajar sólo con el área de estudio definido (hoja 122 del MTN).
- 2.-Realizar un TIN del área de estudio.
- 3.-Realizar una visualización tridimensional del TIN (con *ArcScene*), dándole un valor de 2,5 al factor de exageración vertical.
- 4.-Añadir la ortofoto a *ArcScene* en la vista en la que tengamos ya el TIN y visualizarla añadiéndole como superficie el TIN.
- 5.-Convertir el TIN en un MDT RASTER. Con una resolución (tamaño del pixel) de 10 m.
- 6.-Una vez generado el MDT RASTER hacer un mapa de pendientes a partir de él. Realizar también un mapa de orientaciones, un mapa de curvas de nivel y un mapa de sombras.
- 7.-Representar el MDT poniéndole el mapa de sombras como brillo y como rampa de color la denominada Elevation #1.
- 8.-Extraer un grid que ocupe el área de estudio del grid *galiza_1*. Posteriormente calcular la visibilidad desde las *atalaías_122.shp*.
- 9.-Realizar un perfil topográfico en la zona de estudio.

10. Creación de presentación de mapas. Layout

En este apartado se va a crear una composición de mapa. Vamos a generar un mapa de densidad de población de Galicia del año 2014. En la composición habrá dos mapas, el de la densidad mencionado y otro de menor tamaño en el que veamos la ubicación de Galicia dentro del ámbito de las comunidades autónomas del Estado.

Emplearemos las siguientes capas y archivos ubicados en la *carpeta 9* del directorio C:\fundametos_SIG:

-*gal_pob14.shp*: capa con el mapa de los municipios de Galicia.

-*com_auton.shp*: capa con el mapa de las comunidades autónomas españolas.

Para la realización de este mapa necesitamos tener dos marcos de datos, ya que en la composición final queremos tener dos mapas. En uno de ellos introducimos la capa de municipios (*gal_pob14*) y le denominaremos DENSIDAD 2014. En el otro el mapa de CCAA y le denominaremos COMUNIDADES AUTÓNOMAS (figura 10.1).

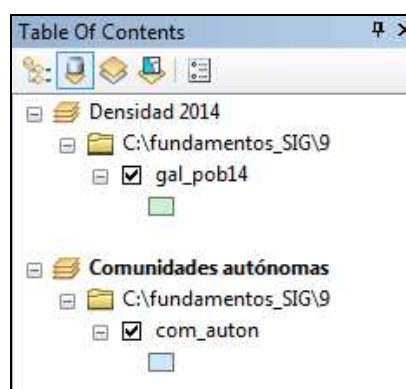


Figura 10.1. Inserción de dos marcos de datos.

Procedemos a guardar el proyecto como un documento de *ArcMap* con el nombre *DENSIDAD.mxd*, para evitar pérdidas accidentales y poder recuperarlo en cualquier momento si dejamos de trabajar en él (figura 10.2).

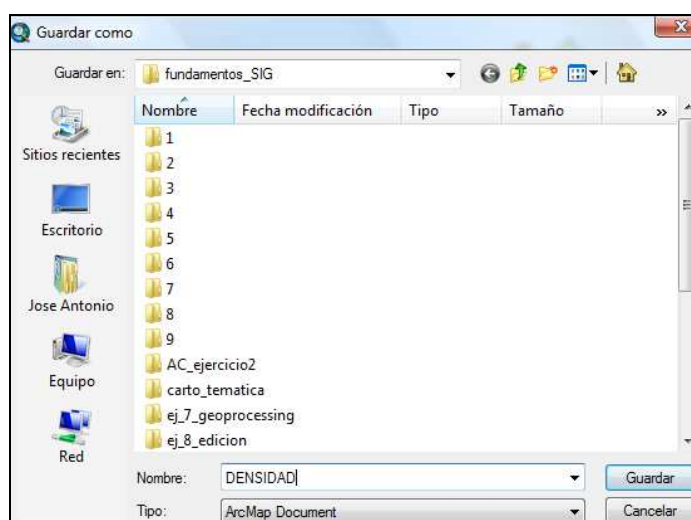


Figura 10.2. guardar proyecto.

Antes de elaborar la salida cartográfica debemos preparar la información que queremos que aparezca representada. En el marco de datos DENSIDAD 2014 tenemos que representar la densidad de población municipal de Galicia del año 2014.

Para ello tenemos una capa creada de tipo *.lyr*, que tiene ya creada la simbología con la densidad. Podemos cargarla directamente o podríamos aplicar esa simbología importándola desde la pestaña simbología en el menú opciones de capa:

- 1) Cargamos directamente la capa con la simbología creada (figura 10.3)

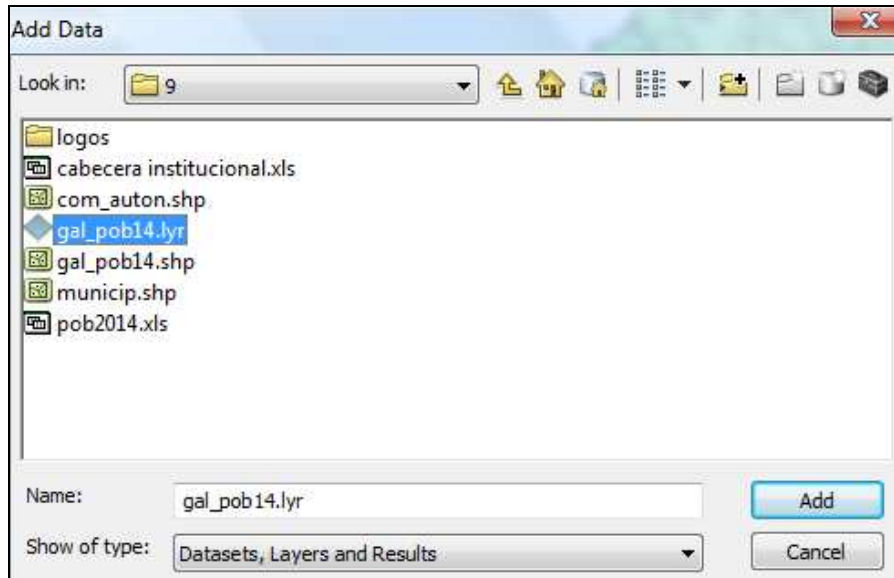


Figura 10.3. Añadir capa con simbología creada.

- 2) O podríamos aplicar la simbología de esa capa a cualquier otra (figuras 10.4a y 10.4b): en este caso se importa desde la ventana de Propiedades de la Capa (*Layer Properties*). En la pestaña Simbología (*Symbolology*), se hace clic en el botón importar (*import*), tal y como se puede ver en la figura 10.4a, para a continuación indicar cuál es la simbología que se importa y a que campo de la base de datos se aplica (figura 10.4b).

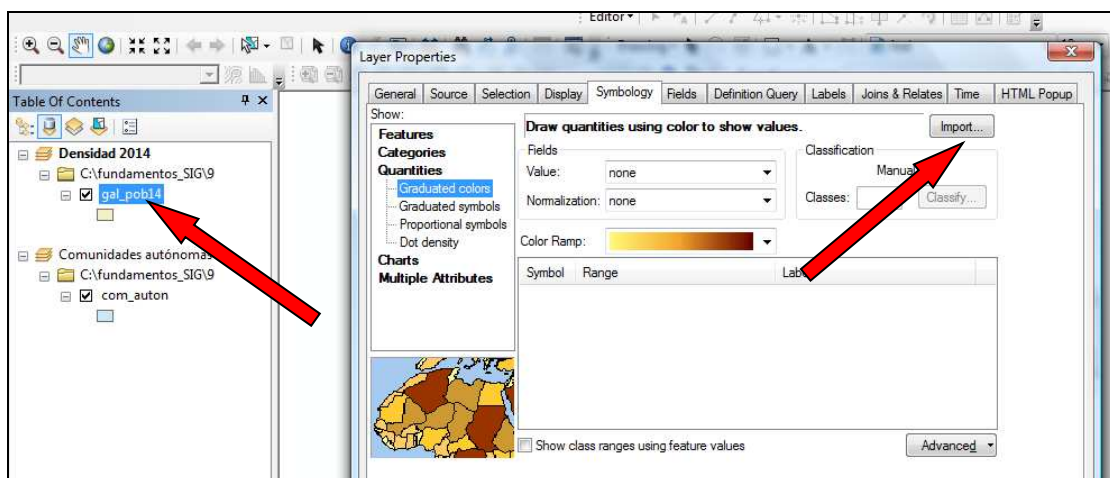


Figura 10.4a. importar simbología a una capa.

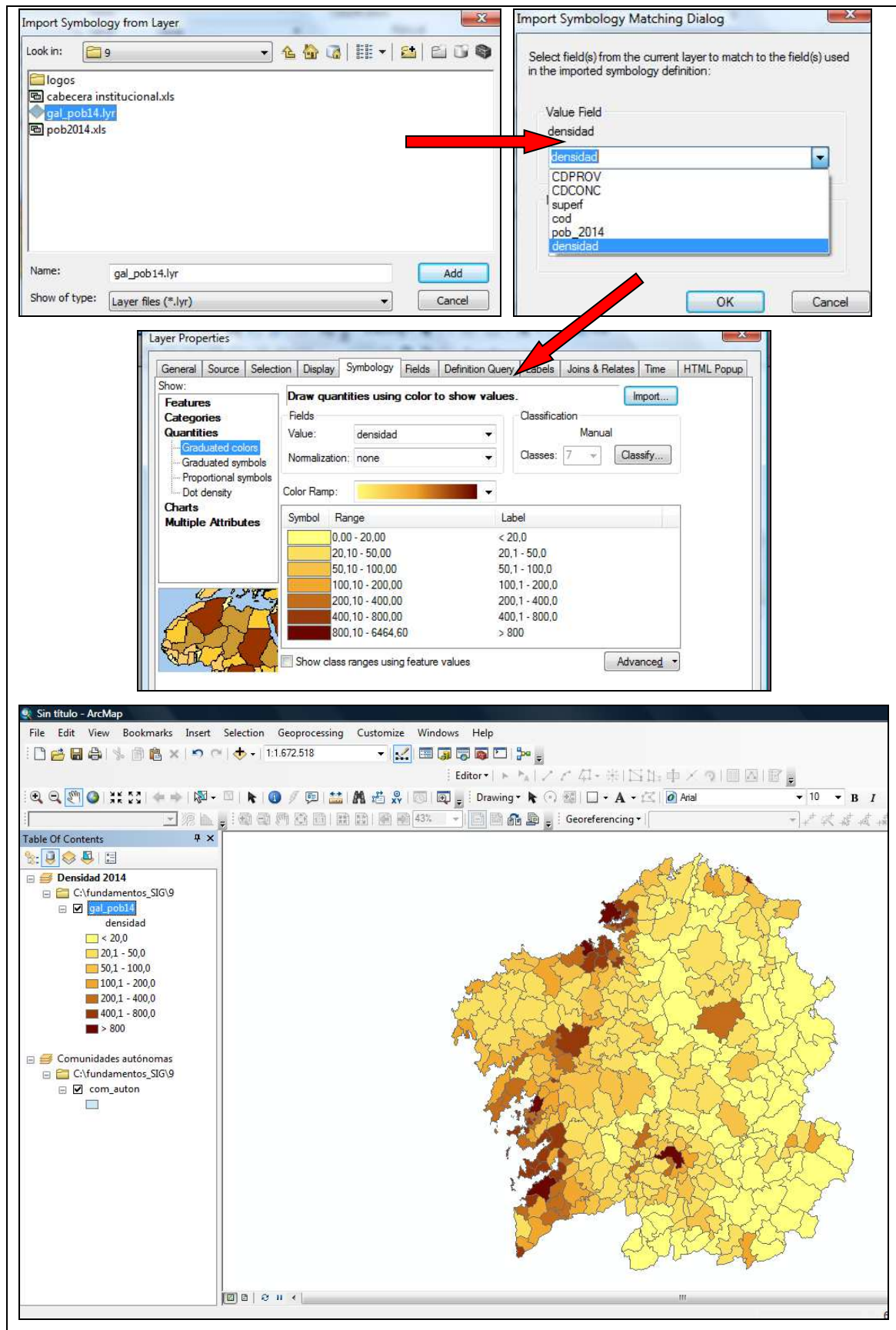


Figura 10.4b. Importar simbología a una capa.

A continuación, procedemos a preparar el otro marco de datos (COMUNIDADES AUTÓNOMAS), para que tenga el aspecto que deseamos que presente en la salida cartográfica final. Lo que hacemos es seleccionar la CCAA autónoma de Galicia, la exportamos como una nueva capa y hacemos que aparezca con otro color sobre el mapa de CCAA españolas, para que destaque y se aprecie que es el espacio que se representará en el mapa de municipios (figura 10.5).

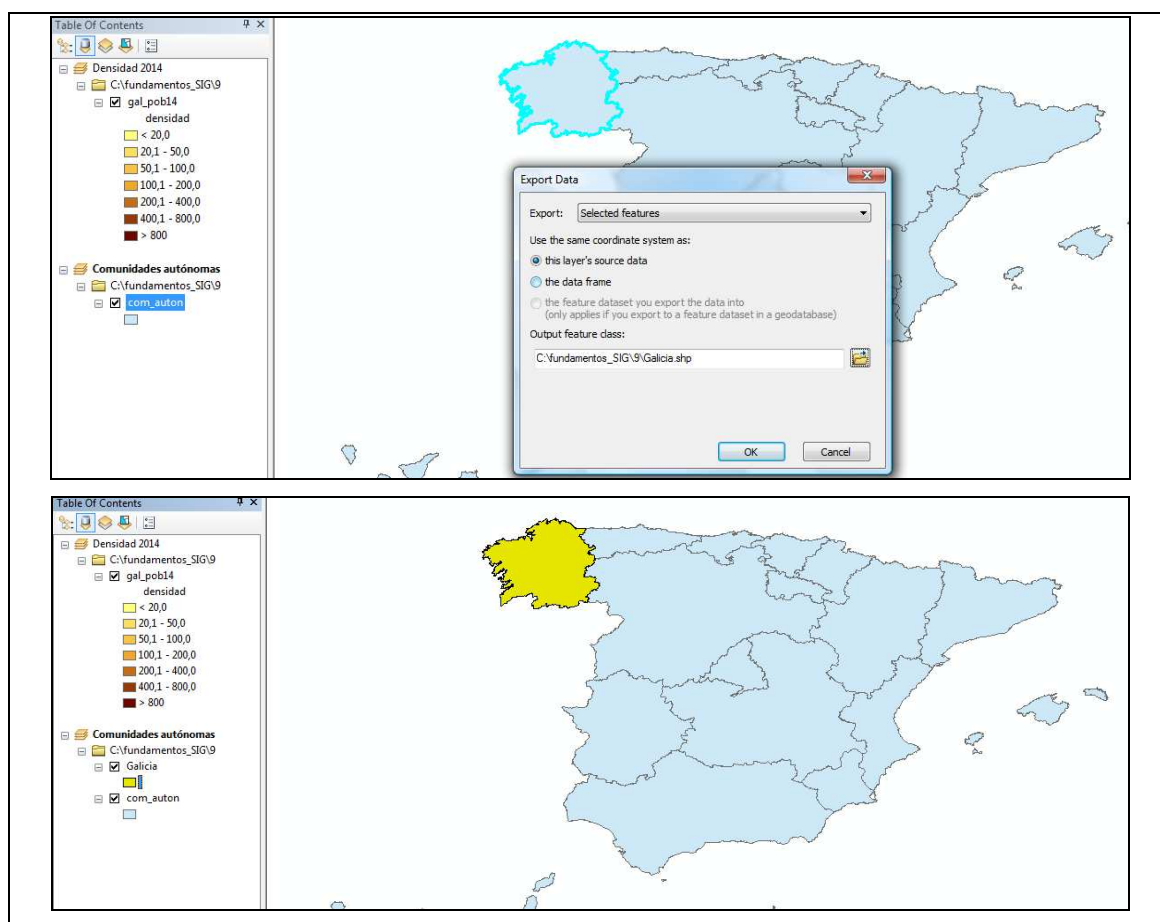


Figura 10.5. Preparar el segundo marco de datos.

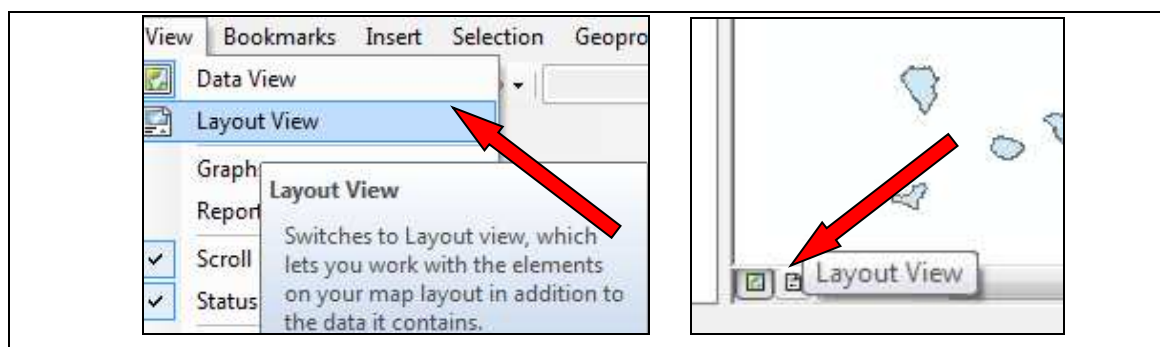


Figura 10.6. Habilitación del Layout view (vista de composición de mapa).

Una vez que tenemos ambos marcos de datos preparados vamos a proceder al diseño del *layout* (de la salida cartográfica). Para ello lo primero es situarnos en la

vista de composición de mapa (layout view), que se hace en el menú *Vista\Vista de Composición de Mapa (View, Layout view)* o en el icono situado en la parte inferior del área de visualización (figura 10.6).

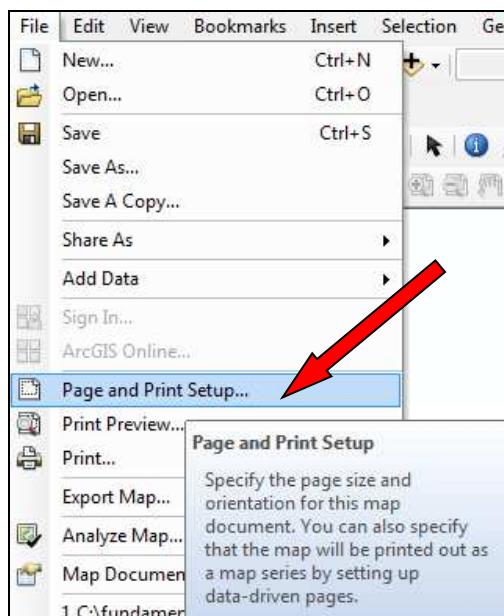


Figura 10.7. Abrir ventana de configuración de página de impresión.

Por defecto aparece una plantilla predefinida. Para cambiar los parámetros de la plantilla y poner los deseados se utiliza el menú *\Archivo \Configuración de Página e Impresión... (File\Page and Print Setup...)*. En esta ventana hay que seleccionar la impresora, el formato de papel a imprimir (en este ejemplo A4), su orientación (vertical o apaisado; portrait or landscape); también se puede configurar un tamaño personalizado (figura 10.8).

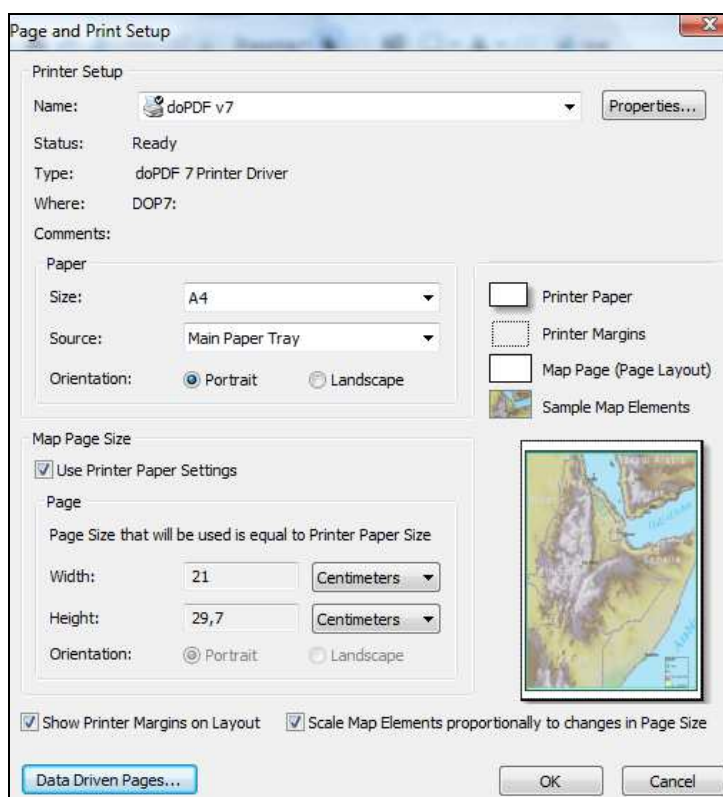


Figura 10.8. Ventana de configuración de página de impresión.

Es probable que al terminar esta configuración, las ventanas de los marcos de datos aparezcan fuera del papel, por lo que debemos después redimensionarlas y

ajustar su posición. Pero para que esto no ocurra, se puede seleccionar la opción *Escalar los Elementos del Mapa Proporcionalmente a los cambios en el tamaño del papel* (*Scale Map Elements proportionally to changes in Page Size*), para reajustar los márgenes automáticamente (figura 10.8).

Por cada marco de datos que haya en la vista de datos, aparecerá una ventana en la vista de composición en la que se muestran sus capas (en este caso hay dos, figura 10.9).

Estas ventanas en la composición se pueden modificar, eliminar, mover,... En este caso se van a modificar para darle el aspecto deseado a la página. Si hacemos clic con el botón derecho sobre uno de esos marcos de mapa se nos abrirá una ventana donde podremos realizar diferentes funciones: añadir nue-

vos datos, zoom a extensión completa, a toda la página, copiar, cortar, borrar, ordenar (traer al frente ese mapa, enviarlo al fondo...), mover, alinear, distribuir, rotar... (figura 10.10).

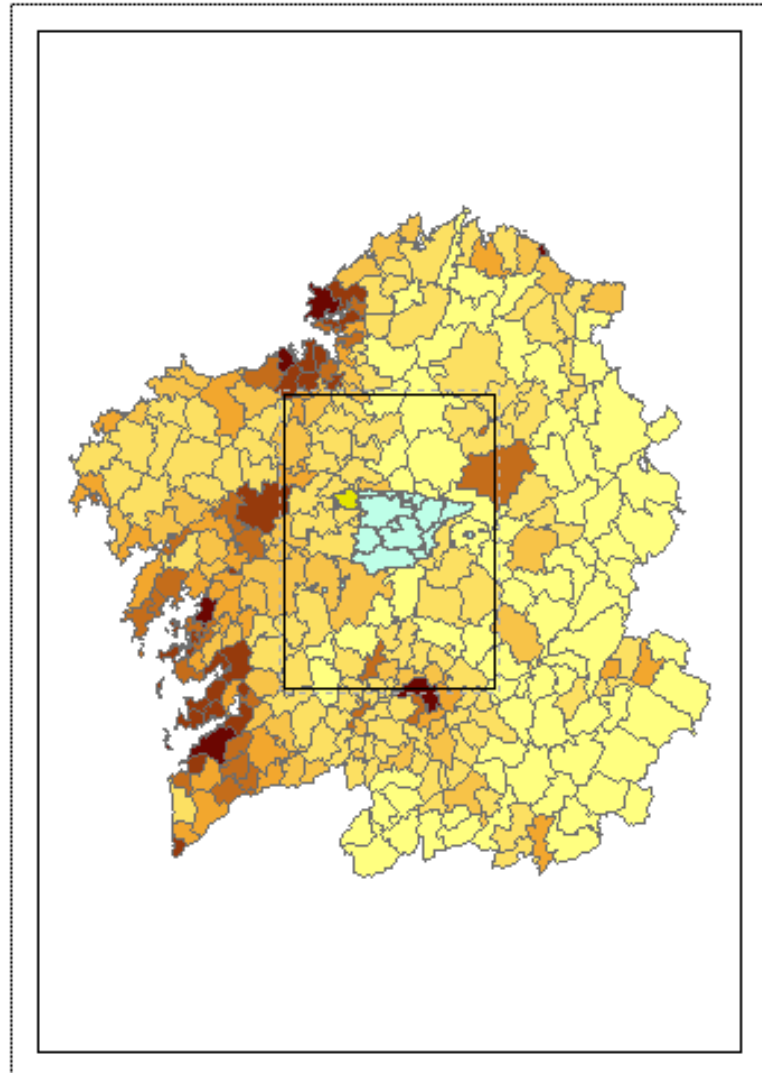


Figura 10.9. Layout view (Vista de impresión).

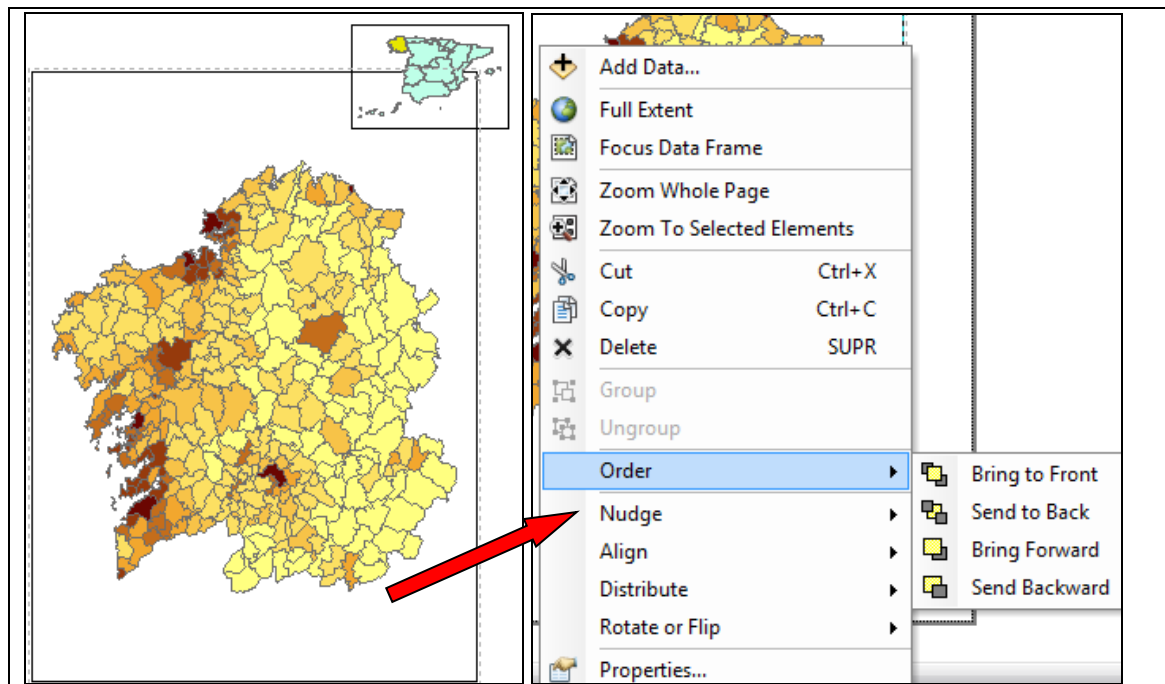


Figura 10.10. Funciones para utilizar en la vista de impresión.

Y podemos también abrir otra ventana de propiedades (la última de las opciones, que podemos ver en el desplegable en la figura 10.10). En ella (figura 10.11) aparecen entre otras varias funciones, actuar sobre el marco (*frame*) de ese mapa y hacer que su borde sea visible o no. En este caso, en el borde del mapa de densidad de población vamos a ponerlo como no visible.

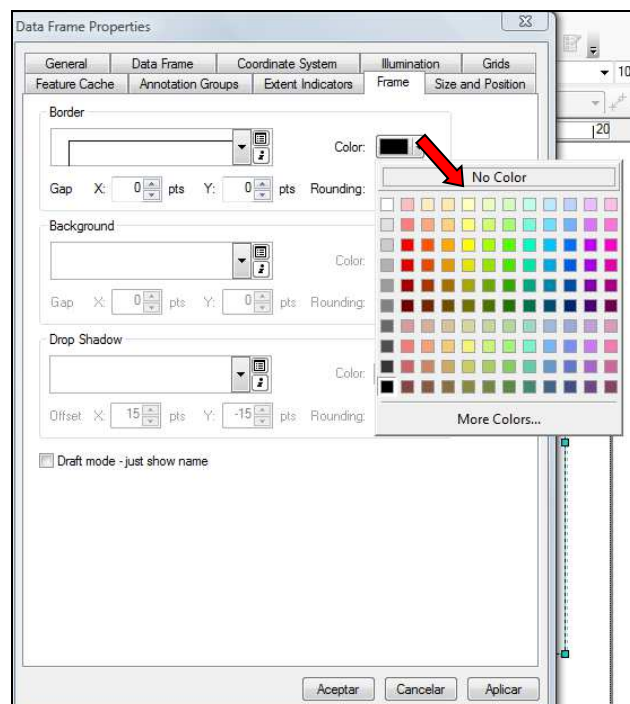


Figura 10.11. Pestaña Frame (marco) en las propiedades del Data Frame (marco de datos).











En la *vista de composición (layout view)*, se utiliza la barra de herramientas *Diseño (Layout)*, para controlar los modos de visualización (figura 10.12). No hay que confundirla con la barra de herramientas *Herramientas (Tools)*; cada una de ellas tiene iconos semejantes, pero con distinta función. Los cambios que se realicen utilizando la barra de herramientas *Diseño*, afectan sólo a la composición, pero no a las ventanas

que contienen individualmente, mientras que, si se utiliza la barra de herramientas *Herramientas*, los cambios afectan a la ventana activa.



Figura 10.12. Barra de herramientas Diseño (Layout).

La función de cada icono se resume a continuación:

-  Aumenta la zona de visualización seleccionada
-  Disminuye la zona de visualización seleccionada
-  Nos permite desplazarnos por la página sin cambiar su porcentaje de visualización
-  Muestra toda la página entera
-  Muestra el plano a escala 1:1 del papel de impresión
-  Aumenta la escala a intervalos constantes
-  Disminuye la escala a intervalos constantes
-  Para regresar a vistas anteriores y posteriores
-  Conmuta al modo de visualización en modo preliminar (borrador)
-  Cambia la composición de mapa, seleccionando una plantilla existente

En cualquiera de los marcos de datos del *layout* podemos añadir una cuadrícula en la composición de uno de los mapas. Para ello se activa el marco de datos correspondiente al mismo, y se pulsa el botón derecho del ratón, para elegir *Propiedades* (como ya hemos visto antes al poner no visible uno de los bordes). Ahí se selecciona la pestaña *Cuadrículas (Grids)*, y en la ventana que aparece se selecciona la opción *Nueva Cuadrícula (New Grid)*.

Aparece otra ventana con un cuadro de diálogo en el que hay tres opciones (figura 10.13 derecha):

-*Retícula (Graticule)*: dibuja una malla con latitudes y longitudes, dividiendo el mapa en meridianos y paralelos.

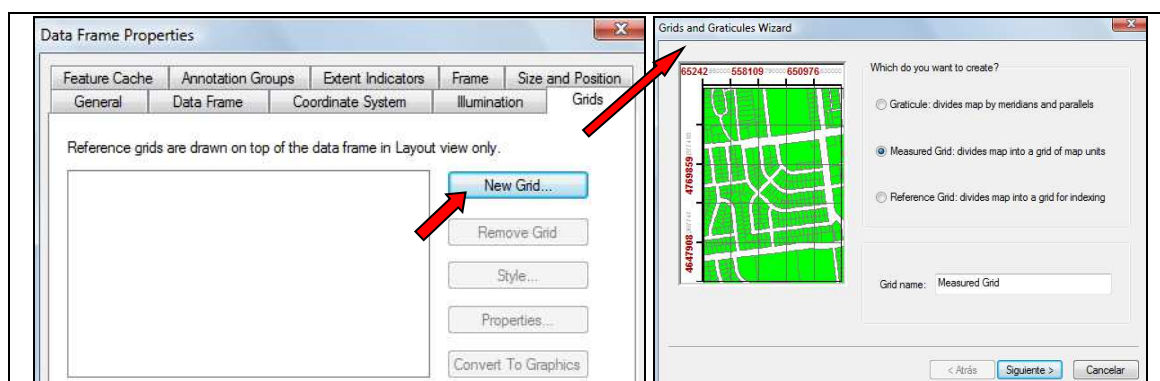


Figura 10.13. Grids (cuadrículas)

-*Cuadrícula Medida (Measure Grid)*: dibuja una malla basada en las coordenadas X, Y (divide el mapa por unidades y nos aparecen las coordenadas). Este es el tipo que usaremos como ejemplo aquí, aunque a nuestra composición final no le pondremos cuadrícula de este tipo a ninguno de los dos mapas que tendremos en el *layout* (figura 10.14).

-Por último, *Cuadrícula de Referencia (Reference Grid)*, que establece una cuadrícula de número y letras para dividir el mapa en secciones.

También existe la opción de darle un nombre para utilizarlo en otros mapas. En los sucesivos cuadros de diálogo se define la apariencia de la cuadrícula, los intervalos, los grosores de líneas, tipos de letras, etc.

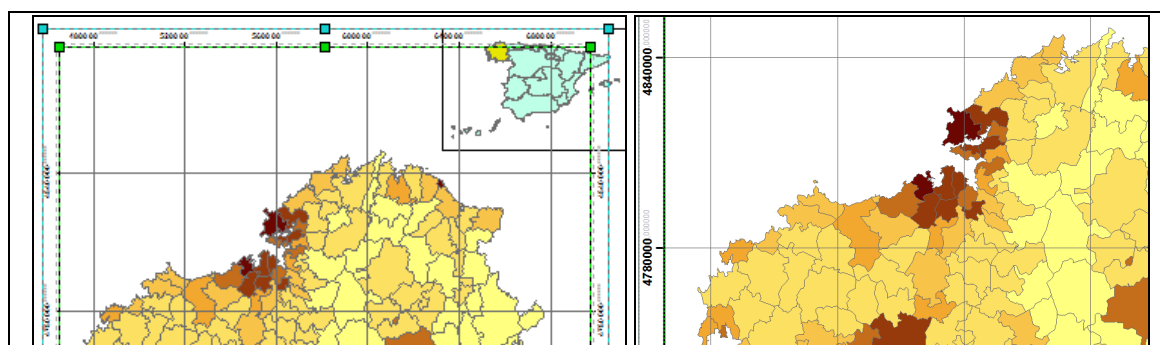


Figura 10.14. Measure Grid (Cuadrícula medida).

Si queremos introducir en la composición cuadrados, rectángulos, etc., debemos habilitar la barra de herramientas *Dibujar (Draw)*, que se encuentra en el menú *Personalizar (Customize) \ Barras de Herramientas (Toolbars)*, que podemos ver en la figura 10.15.



Figura 10.15. Barra de herramientas Draw (dibujar).

Por ejemplo, para dibujar un rectángulo seleccionamos en esta barra de herramientas la opción Rectángulo y se dibuja (figura 10.16, superior). Cuando lo hacemos el rectángulo oculta los elementos del mapa que se encuentran detrás. Para que este rectángulo aparezca debajo de los otros elementos, hay que seleccionarlo y pulsar clic derecho sobre el mismo, donde aparece un menú desplegable, en el que se elige *Ordenar*\enviar al fondo (figura 10.16, inferior). También se puede suprimir o cambiar el color de relleno del rectángulo (en la opción propiedades de este menú).

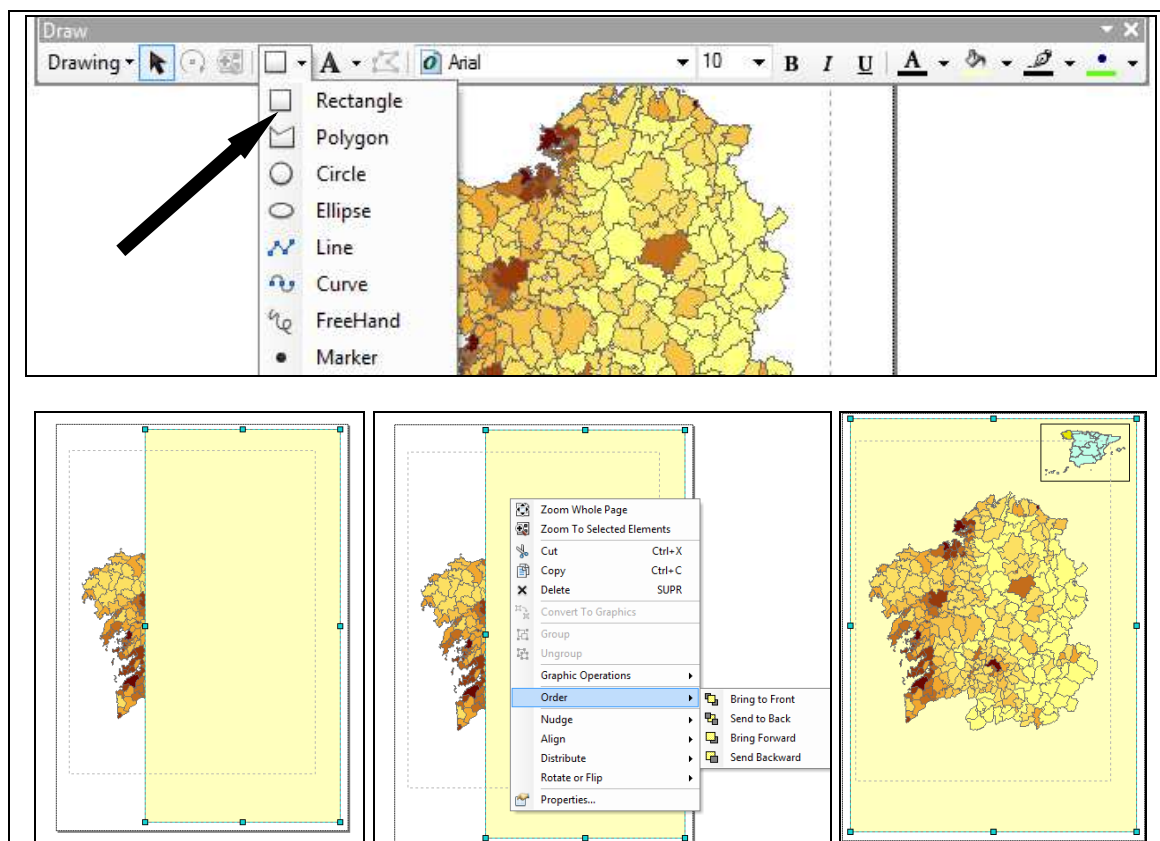


Figura 10.16. Barra de herramientas Draw (dibujar).

En la vista de composición de mapa hay dos reglas, una horizontal y otra vertical que pueden activarse para su visualización en el menú *Vista (View)**Reglas (Rulers)*. Haciendo clic derecho sobre una regla y eligiendo *Establecer Guía (Set Guide)*, se inserta una línea guía (horizontal o vertical) en la vista de composición, que sirve como referencia para pegar y alinear elementos (figura 10.17). Estas guías se pueden desplazar para colocarlas en los lugares deseados dentro de las reglas, pulsando en su flecha y arrastrando. Y también se pueden eliminar pulsando el botón derecho encima de su flecha en las reglas (*Borrar guía*).

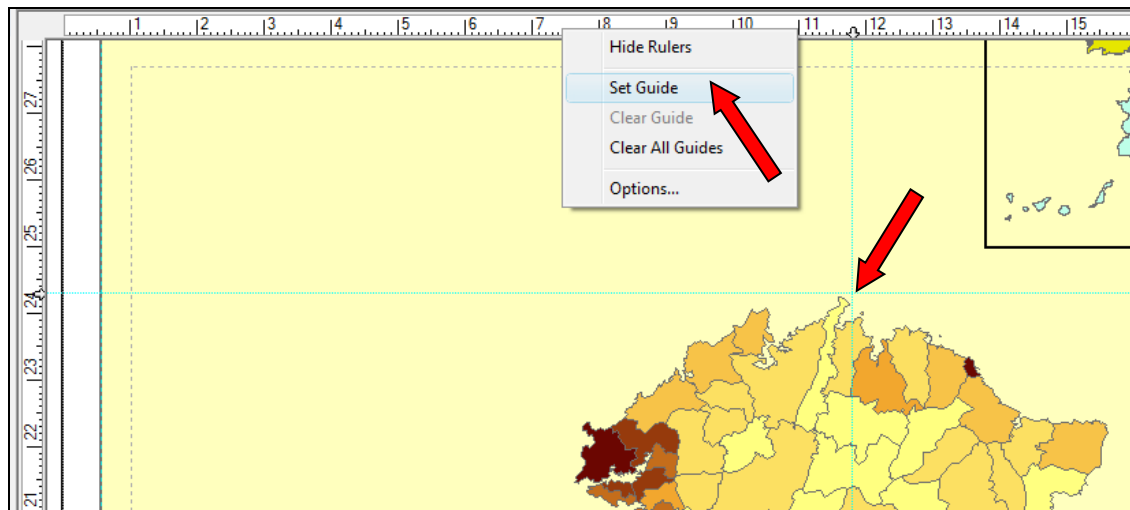


Figura 10.17. Reglas (Rulers).

Introducción de elementos en la composición

Por último, se pueden insertar en la composición una serie de elementos adicionales (título, leyenda, flechas de norte, etc.), mediante el menú *Insertar (Insert)*. Detallamos algunos de los más importantes a continuación (figura 10.18).

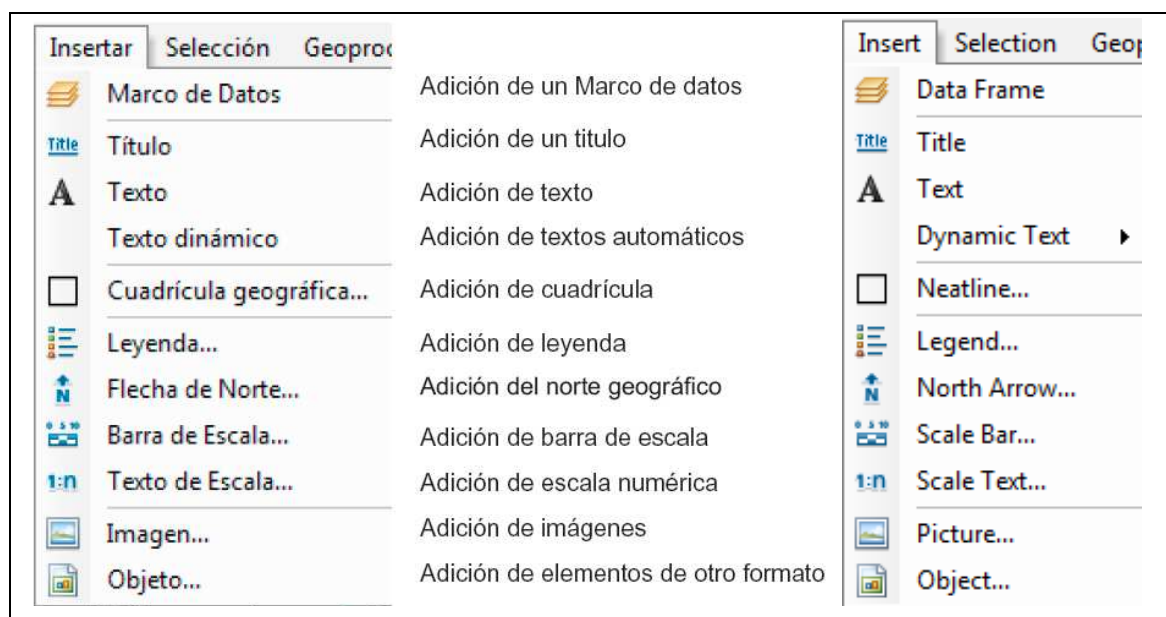


Figura 10.18. Menú Insertar (Insert).

La opción texto dinámico permite introducir una serie de información de manera automática (fecha, hora, etc.) que se actualiza cada vez que se regenera o se guarda el archivo.

Leyenda

Para crear una leyenda se utiliza el menú *Insertar (Insert)\ Leyenda (Legend)*. Se abre el *Asistente de Leyenda (Legend Wizard)*, y en sucesivos pasos se personaliza una leyenda para los datos (las capas) contenidos en la ventana (o *marco de datos / data frame*) activa en ese momento (figura 10.19).

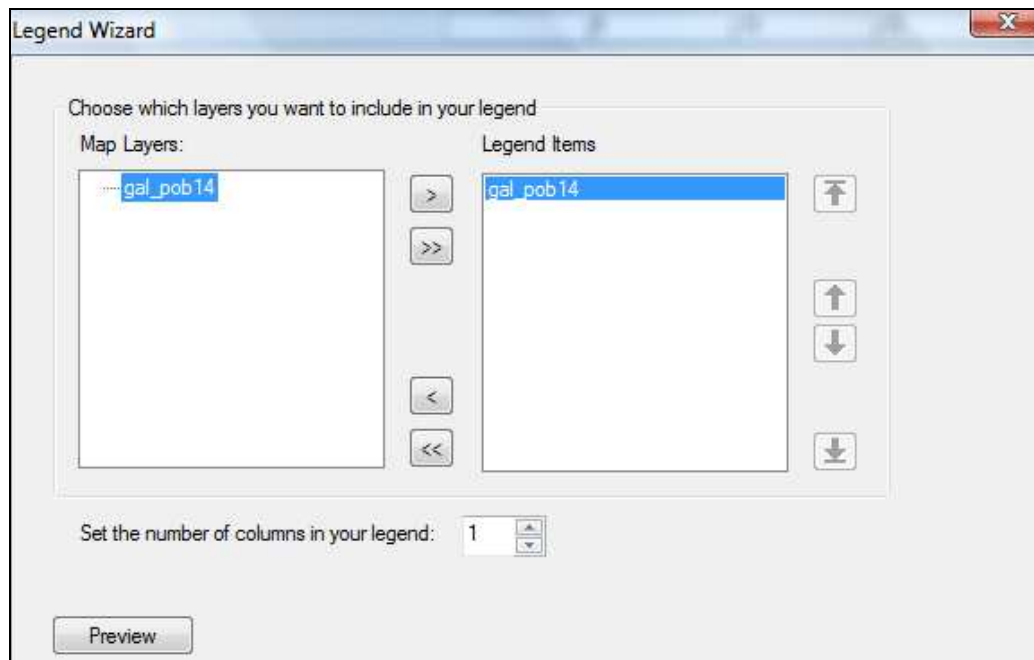


Figura 10.19. Asistente de Leyenda (*Legend Wizard*).

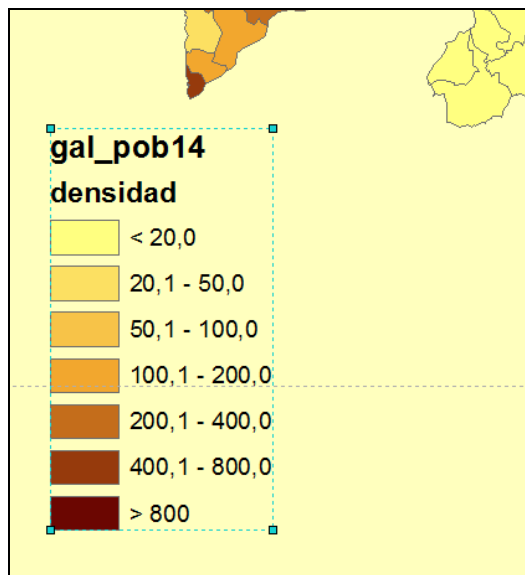


Figura 10.20. Leyenda.

Como se puede observar en la imagen de la izquierda (figura 10.20), la leyenda que finalmente se introduce lleva el título de la capa que contiene los municipios de Galicia (*gal_pob14*) y también el nombre del campo de la base de datos que se está representando. Este título no es adecuado para el *layout*, de manera que o bien le cambiamos el nombre a la capa como vimos en el tema correspondiente, o podemos indicarle al programa que nos introduzca sólo los intervalos representados y no los títulos.

Para ello hacemos doble clic sobre la leyenda y se abre una ventana (figura 10.21) denominada *Propiedades de la Leyenda (Legend Properties)*. En la pestaña *Items*, con la capa representada seleccionada hacemos clic sobre *Estilo (Style)* y después escogemos la opción *Etiqueta* (que nos indica que se representará sólo una etiqueta horizontal de símbolo simple), que no lleva encabezado ni nombre de la capa:

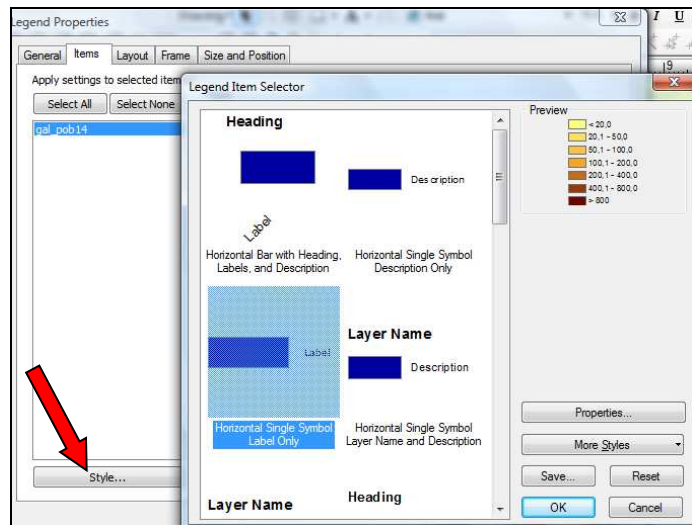


Figura 10.21. Selector de la apariencia de la leyenda.

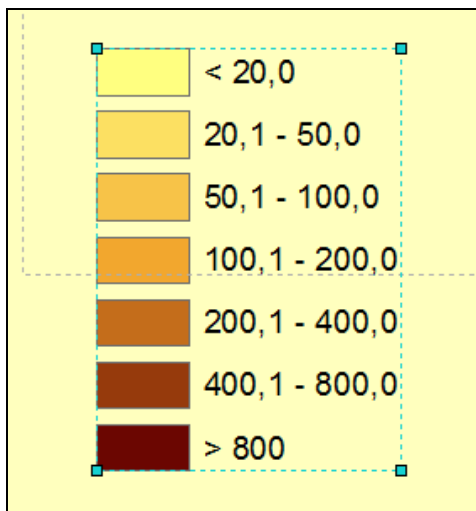


Figura 10.22. Leyenda sin título.

El resultado podemos verlo en la imagen de la izquierda (figura 10.22). De manera que lo que tendremos que hacer ahora será introducir nosotros un título para la leyenda. Para realizarlo tenemos que ir al menú *Insertar (Insert)* y escoger la opción *Insertar texto (Insert text)*; o bien en la barra de herramientas de dibujo (figura 10.23).

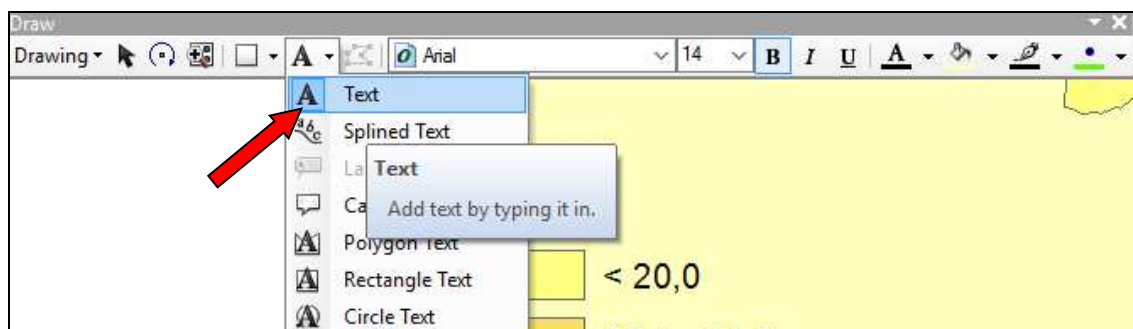


Figura 10.23. Insertar texto.

Una vez introducido el texto, podemos cambiar su estilo, tamaño, color, ubicación, etc., haciendo doble clic sobre el propio texto, abriéndose un cuadro de diálogo con las características del texto (figura 10.24).

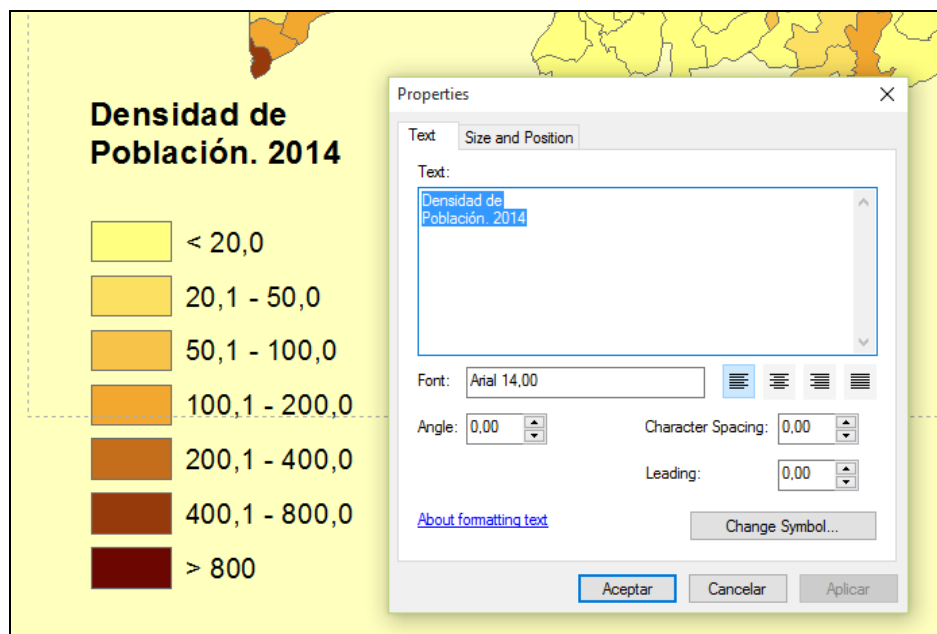


Figura 10.24. Propiedades del texto.

También desde el menú Insertar (Insert) podemos introducir también el título del mapa que será: DENSIDAD DE POBLACIÓN EN GALICIA. 2014

Flecha de Norte

Para insertar una flecha de Norte en la composición se utiliza el menú *Insertar (Insert) \ Flecha de Norte (North Arrow)*, tal y como se puede apreciar en la figura 10.25. En el cuadro de diálogo correspondiente se puede cambiar la orientación y otras propiedades de la misma (figura 10.26).

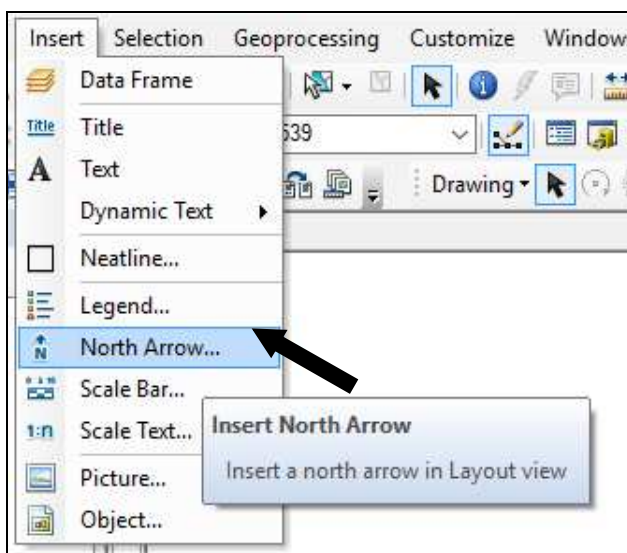


Figura 10.25. Insertar flecha de norte.

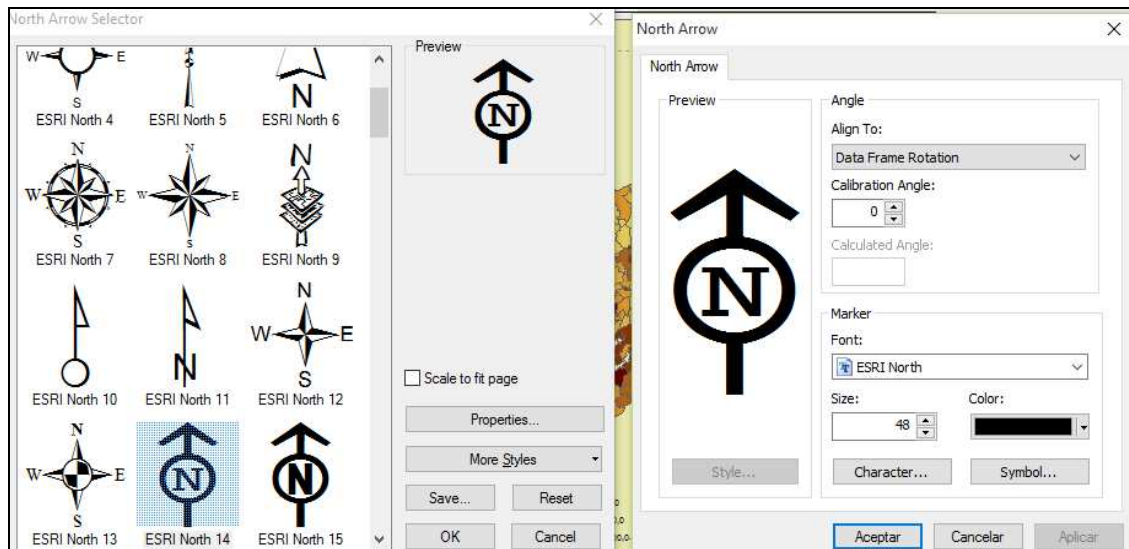


Figura 10.26. Tipo y propiedades de la flecha de norte.

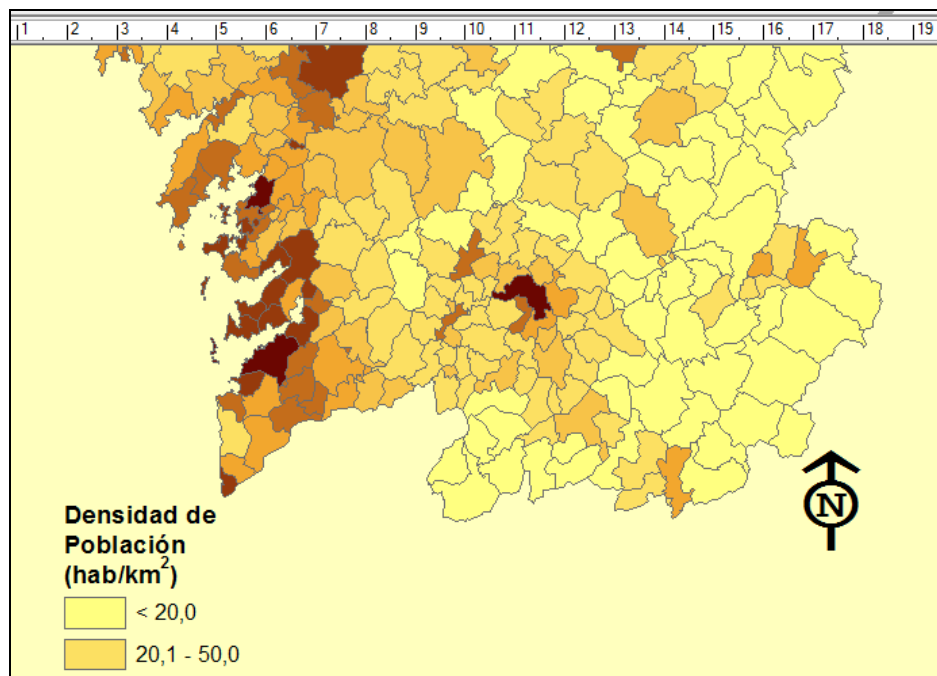


Figura 10.27. Introducción de la flecha de norte.

Escala

Para cada ventana (marco de datos) se puede insertar una escala gráfica (*Insertar\Barra de Escala; Insert\Scale Bar*) o una escala numérica (*Insertar\Texto de Escala; Insert\Scale Text*). En el cuadro de diálogo *Barra de Escala Selector* se selecciona el tipo de barra, y mediante el botón *Propiedades*, se puede modificar el formato, las unidades, el intervalo entre divisiones, etc. (figura 10.28).

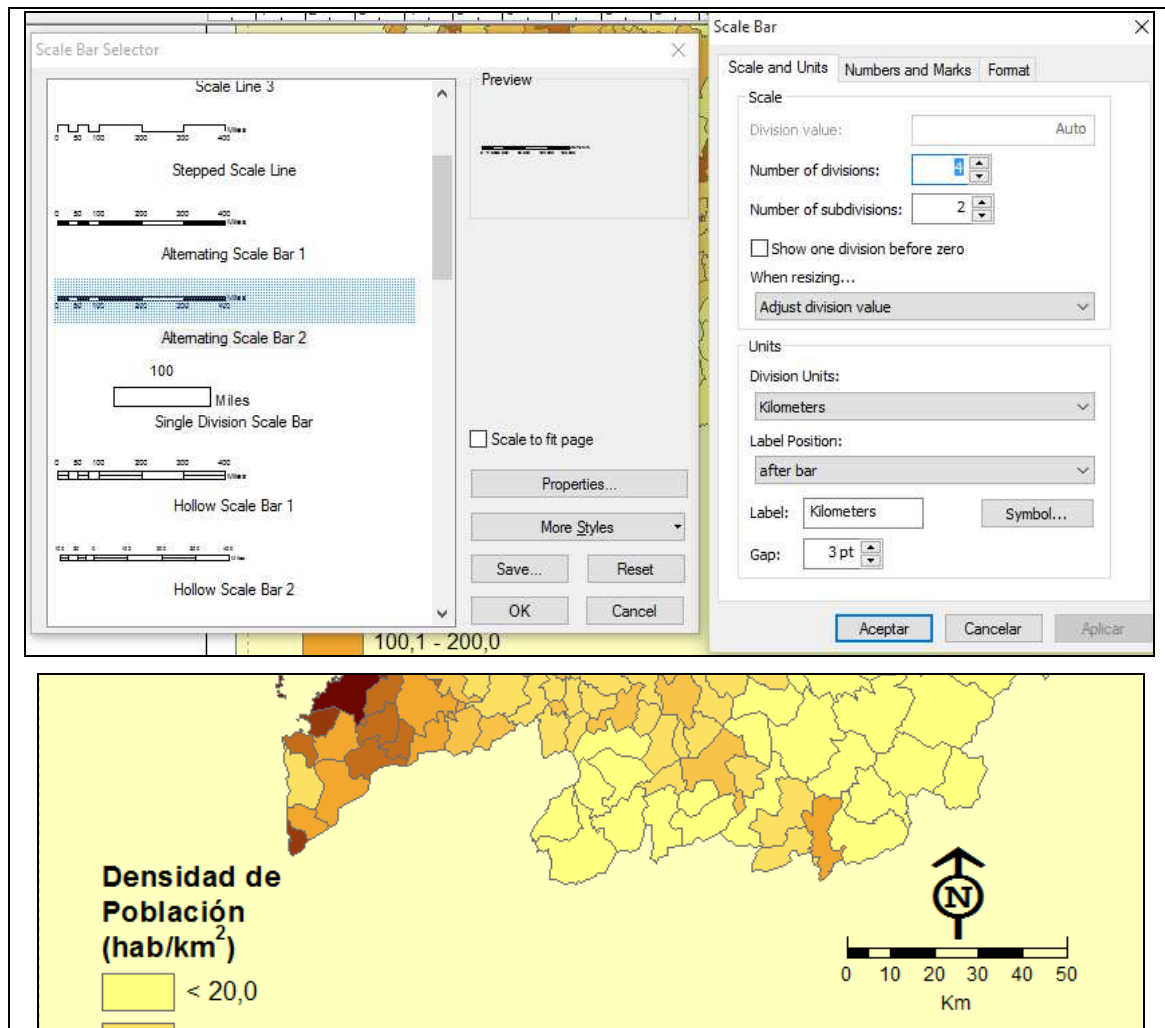


Figura 10.28. Introducción de la escala.

Imagen

Podemos introducir también una imagen, en este caso una indicación sobre autoría, datos técnicos, etc., previamente elaborado y guardado como una imagen (figura 10.29). Se encuentra en la *carpeta 9* del directorio *fundamentos_SIG*. Se realiza igualmente desde el menú *Insertar (Insertar/Imagen; Insert/Image)*.



Figura 10.29. Introducción de una imagen.

Y el resultado final de la composición de mapa es el siguiente (figura 10.30):

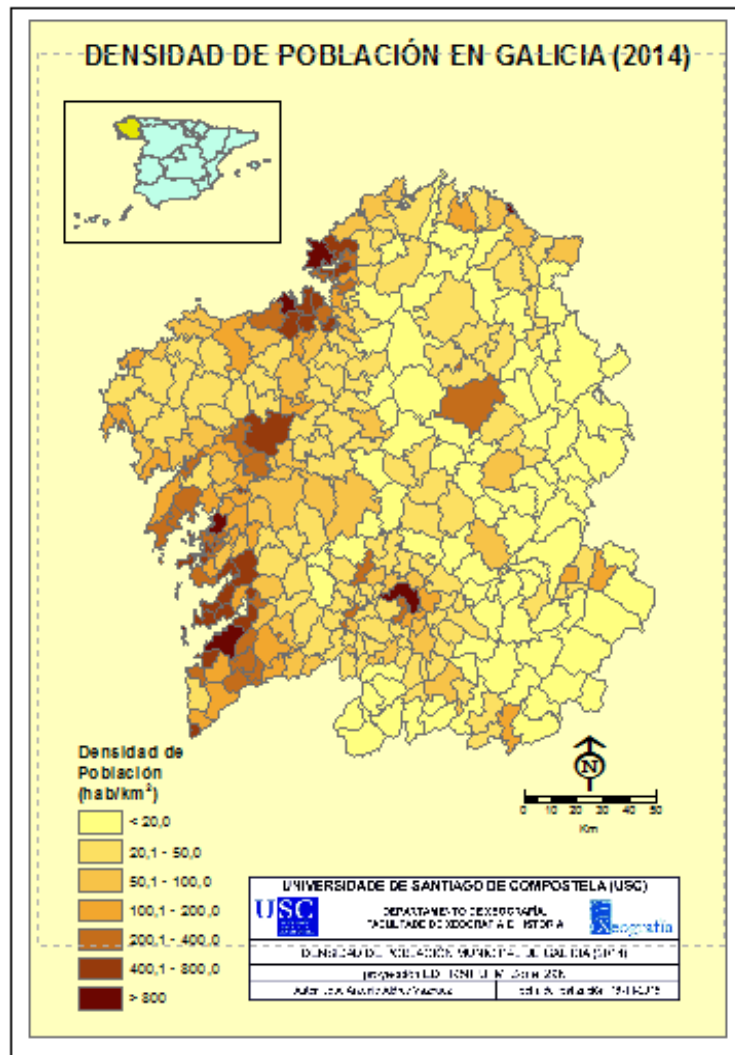


Figura 10.30. Resultado de la composición de mapa.

Si tuviésemos que hacer una serie de mapas semejantes, manteniendo el mismo estilo (por ejemplo, mapas de evolución demográfica, movimiento natural, migraciones, etc., de Galicia, como el realizado), podemos guardar como plantilla el mapa que tenemos elaborado.

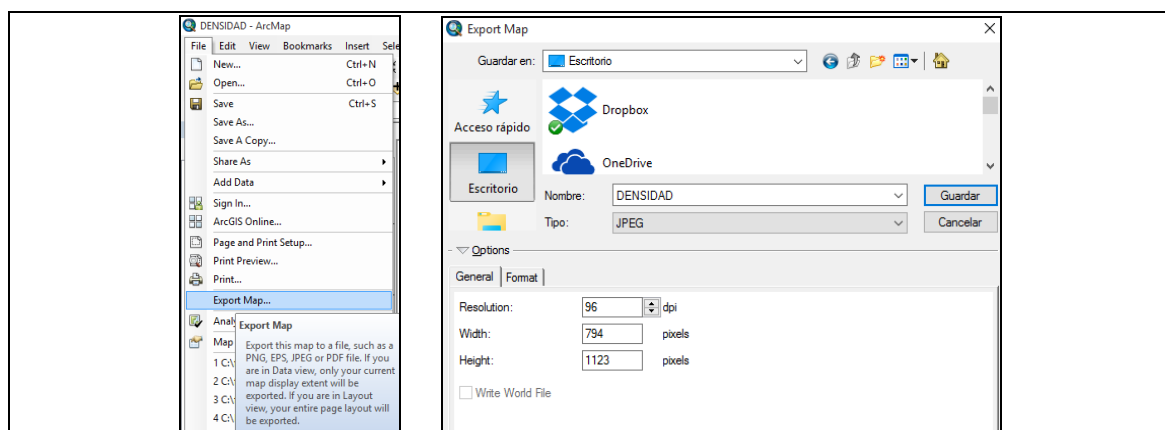


Figura 10.31. Exportar la composición de mapa.

Si queremos exportar el mapa como una imagen para posteriormente hacer un póster o introducirlo en un documento de Word... tenemos que ir al menú *File* (*Archivo*) y escoger la opción *Exportar Mapa* (*Export Map*). En el cuadro de diálogo deberemos indicar la resolución y el tipo de imagen que queremos generar, así como el directorio en el que se guardará (figura 10.31). El resultado final, una vez insertada la imagen en Word, podemos verla en la página siguiente (figura 10.32).

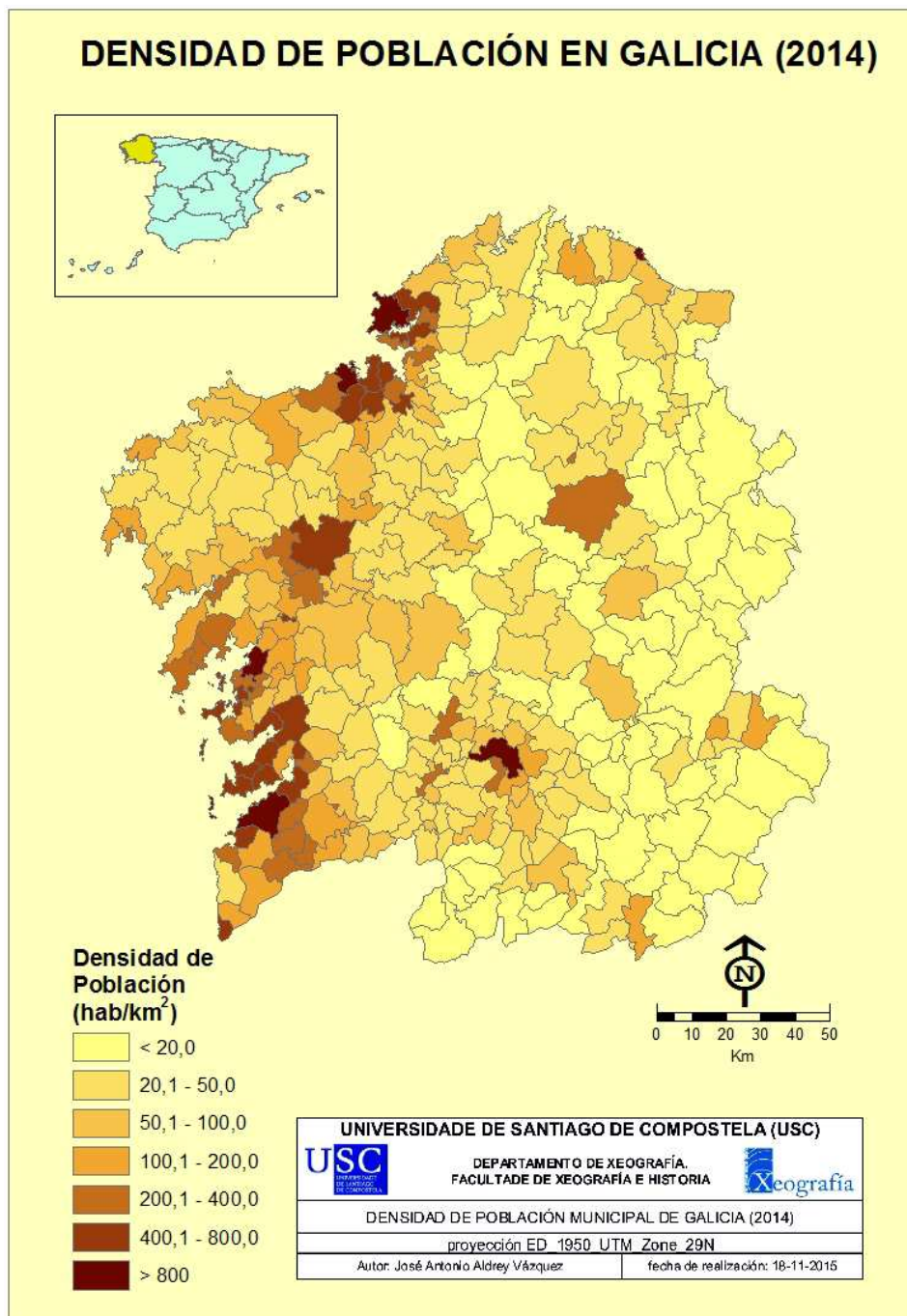


Figura 10.32. Composición de mapa exportado como imagen.

Ejercicio 14

Los archivos digitales necesarios para realizar este ejercicio se encuentran en la carpeta: *c:/fundamentos_SIG/Ej_9_layout*. Y son los siguientes:

- TBN_13.xls*: tabla de Excel con la Tasa Bruta de Natalidad de 2013 a nivel municipal.
- com_auton.shp*: capa poligonal con las Comunidades Autónomas Españolas
- gal_munis.shp*: capa con los municipios de Galicia.
- carpeta **Logos**, contiene los logos de la USC y del Departamento de Xeografía para la utilización en la cartela.

El ejercicio consiste en realizar una composición de mapa en la que se represente la tasa de natalidad en Galicia en 2013. Además, deberá contener un mapa de España a tamaño reducido en el que se destaque Galicia para conocer su ubicación dentro del Estado. Los elementos que debe tener la composición son un título (Tasa Bruta de Natalidad. Galicia, 2013), una escala, flecha de norte, leyenda (TBN ‰) y una cartela donde consten los datos técnicos de la elaboración.

Para elaborar el mapa se deberán crear dos marcos de datos, uno con el mapa de Galicia y otro con el mapa de España. Los intervalos a representar en la leyenda (deberá ser una simbología de color graduado, en una rampa de colores cálidos) serán los siguientes: 0; 0,1-2,5; 2,6-5; 5,1-7,5; 7,6-10; >10.

Una vez elaborado el mapa se introducirá en el procesador de texto una imagen a página completa que recoja el layout que previamente haya sido exportado como una imagen de tipo *.jpeg* con una resolución de 300 dpi.

La cartela ha de ser similar a la siguiente.

UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA (USC)	
	DEPARTAMENTO DE XEOGRAFÍA. FACULTADE DE XEOGRAFÍA E HISTORIA
	
DENSIDAD DE POBLACIÓN MUNICIPAL DE GALICIA (2014)	
proyección ED 1950 UTM Zone 29N	
Autor: José Antonio Aldrey Vázquez	fecha de realización: 18-11-2015

En ella debe aparecer nombre del autor, fecha de realización, proyección que se usa en el mapa de Galicia que se está representando, título del mapa y logos de la Institución.

BIBLIOGRAFÍA

- BOSQUE SENDRA, J. (2000): Sistemas de Información Geográfica. Madrid, RIALP.
- BOSQUE SENDRA, J. y MORENO JIMÉNEZ, A. (2004): Sistemas de Información Geográfica y localización de instalaciones y equipamientos. Madrid, RA-MA.
- GÓMEZ DELGADO, M. y BARREDO CANO, J. I. (2005): Sistemas de Información Geográfica y evaluación multicriterio. Madrid, RA-MA.
- GORR, W. L y KURLAND, K.S. (2007): GIS tutorial. Redlands (California), ESRI Press.
- GUTIÉRREZ PUEBLA, J. y GOULD, M. (2000): SIG: Sistemas de Información Geográfica. Madrid, Editorial Síntesis.
- LANTADA ZARZOSA, N. y NÚÑEZ ANDRÉS, M. (2002): Sistemas de Información Geográfica. Prácticas con ArcView. Barcelona, Edicions UPC.
- MORENO JIMÉNEZ, A. (Coord.) (2006): Sistemas y Análisis de la Información Geográfica. Manual de autoaprendizaje con ArcGIS. Madrid, RA-MA.
- PEÑA LLOPIS, J. (2006): Sistemas de Información Geográfica aplicados a la gestión del territorio. Alicante, Editorial Club Universitario.
- SANTOS PRECIADO, J. M. (2002): El tratamiento informático de la información geográfica. Madrid, UNED Ediciones.
- SANTOS PRECIADO, J. M. (2005): Sistemas de Información Geográfica. Madrid, UNED.